

*Banner*

QK  
1  
A456

# Angewandte Botanik

*Zeitschrift der Vereinigung für angewandte Botanik*

Herausgegeben  
im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer  
Prof. Dr. K. HASSEBRAUK

Vierunddreißigster Band (1960)

1960

VEREINIGUNG FÜR ANGEWANDTE BOTANIK E.V.  
BERLIN-DAHLEM

Im Buchhandel zu beziehen durch den Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
Postverlagsort Berlin

Alle Rechte  
insbesondere das Recht der Übertragung in fremde Sprachen, vorbehalten  
Deutsche Zentraldruckerei AG., Berlin SW 61  
Printed in Germany

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Originalarbeiten

	Seite
Baeumer, K., Über die Wirkung von Rotklee- und Weidelgraswurzeln auf die Entwicklung von <i>Trifolium pratense</i> L. und <i>Fusarium spec.</i> .....	46
Beye, F., Die Wirkung von Insektizidemulsionen auf die mit Aceton-Petroläther extrahierbaren Anteile von Coleussprossen .....	246
Börner, H., Über die Bedeutung gegenseitiger Beeinflussung von Pflanzen in landwirtschaftlichen und forstlichen Kulturen .....	192
Garber, K., Erfahrungen mit der Blattanalyse bei Rauchschadenuntersuchungen .....	33
Garber, K., Neuere Literatur über Rauch-, Staub- und Abgasschäden .....	65
Hilkenbäumer, F., Buchloh, G., und Zarachiae, A., Zur Ätiologie der Stippigkeit von Apfelfrüchten .....	38
Hilkenbäumer, F., Buchloh, G., und Zachariae, A., Primäre Amine in Apfelfrüchten und ihre Bedeutung für die Beurteilung physiologischer Zustandsänderungen im Fruchtparenchym .....	104
Holz, W., und Richter, W., Über den Alkaloidgehalt im Duwock ( <i>Equisetum palustre</i> L.) .....	28
Jahnel, H., und Zentsch, W., Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut IV ( <i>Fraxinus excelsior</i> L.) .....	221
Klinkowski, M., Die wirtschaftliche Bedeutung pflanzlicher Virosen .....	165
Knapp, R., Die gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen in natürlicher Vergesellschaftung .....	179
Köhler, E., Die Viruserkrankheiten der Kartoffel, nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung .....	1
Theden, G., und Schultze-Motel, M., Untersuchungen über sieben zur Prüfung der Schimmelwiderstandsfähigkeit von Werkstoffen benutzte Pilze .....	133
Wöhrmann, K., Untersuchungen über die CO <sub>2</sub> -Abgabe von röntgenbestrahlten Samen. Ein Beitrag zum Problem der Strahlennachwirkungen .....	158
Zeller, O., Entwicklungsgeschichte und Morphogenese der Blütenknospen von der Quitte ( <i>Cydonia oblonga</i> Mill.) .....	110

## 2. Besprechungen aus der Literatur

Abwasserverwertung 61; Berge u. Dahmen 60; Bertsch 121; Creté 259; Cummins 121; Follmann 260; Forschungsergebnisse ü. Böden 122; Forschungsvorhaben 212; Hackbarth u. Troll 212; Haitinger 122; Handbuch d. Pflanzenphysiologie 59, 261; Hill, Overholts, Popp u. Grove 213; Horsfall u. Dimond 124, 125, 263; Jahrbuch 1958 Wiener Bundesanst. 61, Jahrbuch 1959 262; Kotte 213, 263; Küppers 218; Liebmann 214; Linser 215; Mansfeld 58; Penningsfeld 56; Pirone,



Seite

Dodge u. Rickett 123; Plant Pathology 124, 125, 263; Sauberer u. Härtel 127; Schmithüsen 57; Schussnig 127; Sinnott 265; Stählin 216; Stählin u. Schweighart 217; Vajda 217.

**3. Bericht über die 50. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik am 9. Juni 1960 in Köln ..... 129**

**4. Bericht über die Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 7.—11. Juni in Köln ..... 130**

**5. Personalmeldungen**

Arenz 63; Aufhammer 63, 218; Berger-Landefeldt 267; Bode 131; Boeker 267; Boekholt 268; v. Boguslawski 131, 268; Bredemann 268; Brouwer 131; Brückbauer 218; Buchloh 268; Bünsow 131; Czaja 63; Fischnich 63, 218; W. H. Fuchs 268; Gottschalk 268; de Haas 131; W. Hoffmann 131; Kribben 218; Liebster 219; Limberg 219; Linser 219; Nicolaisen 131; Piekenbrock 268; Rademacher 219; Richter 219; v. Rosenstiel 219; Ruge 132; A. Scheibe 268; Schmitt 219; Schratz 132; Siegel 268; Stählin 63; Stapp 63; Straub 132; H. Ullrich 219; J. Ullrich 268; Weck 219; Winter 268; v. Witsch 219.

**6. Aus der Mitgliederbewegung ..... 63, 132, 219, 268**

**7. Sachregister ..... 269**



## Die Viruskrankheiten der Kartoffel, nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung

Von

Erich Köhler, Braunschweig

Seit meiner letzten Bearbeitung der Kartoffelvirosen im Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Köhler u. Klinkowski, 1954) sind so viele neue praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Erkenntnisse bekannt geworden, daß eine Zusammenfassung nach dem neuesten Stande nicht unwillkommen sein dürfte. Nicht nur wurden neue, z. Teil gefährliche Viren nachgewiesen, die sich zum Schaden unserer Kulturen in den Kartoffelbeständen ausbreiten, es sind auch neue Gesichtspunkte gewonnen worden, die zu einer Revision mancher älteren Auffassung geführt haben. Dies ist in erster Linie dem steigenden Einsatz neuer Hilfsmittel zuzuschreiben, unter denen besonders das Elektronenmikroskop und die serologische Untersuchungsmethode hervorragen.

Die folgenden Darlegungen knüpfen an die Bearbeitung in dem oben genannten Handbuch an, wobei auf die dort zitierte Literatur nur insoweit zurückgegriffen werden soll, als dies zum Verständnis notwendig erscheint. Zunächst sollen die eigentlichen Kartoffelviren nach ihren wesentlichen Eigenschaften charakterisiert werden; die nur gelegentlich an Kartoffeln angetroffenen Viren ohne besondere wirtschaftliche Bedeutung werden lediglich registriert.

### I. Charakterisierung der Kartoffelviren; Klassifizierung

#### a) Blattroll

Wir beginnen mit der wirtschaftlich besonders wichtigen Blattrollkrankheit. Sie nimmt unter den Kartoffelvirosen eine Sonderstellung ein und gibt immer noch ihre eigenen Probleme auf. Ihr wichtigstes anatomisches Symptom ist die Degeneration und Nekrose des Phloems, weshalb sie auch eine Zeitlang als „Phloemnekrose“ bezeichnet wurde. Über das verursachende Virus selbst ist wenig bekannt. Durch Saftverimpfung ist es nicht von Pflanze zu Pflanze übertragbar, wohl aber wie fast alle Viren durch Pflöpfung. In der Natur wird es durch Blattläuse übertragen, unter denen die Grüne Pfirsichlaus (*Myzus* oder *Myzodes persicae*) weit aus die wichtigste ist. Ein Virusantiserum konnte bisher nicht gewonnen werden; ebenso wenig gelang es, die mutmaßlichen Viruspartikeln im Elektronenmikroskop sichtbar zu machen<sup>1)</sup>. Die Tatsache, daß die übertragenden Blattläuse nur dann infektiös werden, wenn sie bei der Nahrungsaufnahme das Phloem anstechen (Völk, 1958), läßt vermuten, daß das Virus im Phloem lokalisiert ist. Das Virus ist in seinem Vektor-Insekt „persistent“, d. h. dieses wird erst eine bestimmte Zeit nach der

\*) Einem wiederholt geäußerten Wunsch vieler Mitglieder entsprechend werden künftig derartige Sammelreferate in zwangloser Folge veröffentlicht werden. Der Herausgeber.

1) Die diesbezüglichen positiven Angaben sind wenig überzeugend.

Virusaufnahme („Celationszeit“) infektiös und bleibt es dann auf Lebenszeit.

Die einzelnen „Stämme“ des Virus können unterschiedliche Virulenz aufweisen, und man kann dem Symptombild entsprechend schwache, mittelstarke und starke Stämme unterscheiden (Kassanis, 1952; Rozendaal, 1951; Webb, Larson u. Walker, 1952). Ein interessanter Zwischenträger ist augenscheinlich *Solanum dulcamara* (Bittersüß). Nach Angaben aus Holland (Meester-Manger Cats, 1956) sollen dort alle Pflanzen dieser weitverbreiteten Spezies das Virus enthalten. (Eine Nachprüfung an Pflanzen, die in Gegenden wachsen, wo die Blattrollkrankheit fehlt oder selten ist, wäre erwünscht.) Übrigens wird das Virus bei *S. dulcamara* durch den Samen übertragen und zwar augenscheinlich 100prozentig. *S. dulcamara* ist also offensichtlich als ein Reservoir des Blattrollvirus anzusehen.

Das Virus besitzt eine geringe Resistenz gegen Hitze; denn es verliert seine Aktivität in Pflanzenteilen schon bei relativ niedrigen Temperaturen (etwa 37–44° C; Kassanis, 1950; Roland, 1952). Sodann ist bemerkenswert, daß das Virus sich durch Einimpfung von Körpersäften infektiöser Blattläuse in andere Blattläuse übertragen läßt, so daß diese infektiös werden (Heinze, 1955), was um so bemerkenswerter ist, als dieser Effekt durch Einimpfung von Pflanzensaft nicht erzielt werden kann. Neue Befunde (Stegwee u. Ponsen 1958) bestätigen den früheren von Heinze, daß sich das Virus auch in seinem Vektor vermehrt.

#### b) Das X-Mosaik

Die Partikeln dieses Virus sind biegsame Fäden mit einer „Normallänge“ von etwa 515 mμ und einer Dicke von etwa 10 mμ (Bode u. Paul, 1955). Sie ließen sich elektronenmikroskopisch außer im Preßsaft auch im erkrankten Blattgewebe in situ nachweisen, wo sie sich oft zu charakteristischen „Einschlüssen“ formieren (Borges u. Ferreira, 1959). Das Virus ist hochkontagiös, ist durch Blattläuse und andere Insekten nicht übertragbar und hat eine weltweite Verbreitung. Gegen Außeneinflüsse ist es relativ resistent, im trockenen Laub bleibt es viele Monate infektiös. Seine Übertragung erfolgt auf dem Feld oberirdisch durch Kontakt zwischen Nachbarpflanzen sowie durch die Kleidung des Menschen und durch Ackergeräte, unterirdisch durch Wurzelberührung, gelegentlich wohl auch durch verseuchten Boden, jedoch ist letzteres bisher nur bei Tomaten nachgewiesen. Das Krankheitsbild ist in Abhängigkeit von Virusstamm und Kartoffelsorte sehr wechselnd.

Der Wirtschaftspflanzenkreis ist verhältnismäßig eng und in der Hauptsache auf die Solanaceenfamilie beschränkt. Die wichtigsten Testpflanzen sind *Gomphrena globosa* (Amaranthaceae) und *Datura stramonium*. Die erstgenannte Art ist auch für den quantitativen Nachweis geeignet (Paul, 1954). Das Virus ist in ungezählte Varianten aufgespalten, die sich in erster Linie in ihrer pathogenen Wirkung unterscheiden. Extreme Verhaltensweisen sind bei Kartoffeln vollkommene Latenz einerseits und nekrotische Erkrankungen vom Typ des schweren Strichels (streak) andererseits. Am Tabak unterscheidet man die Mosaik-



formen „mottle“ und „ringspot“. Zur Differenzierung der feineren Varianten eignen sich empfindliche Linien des türkischen Tabaks (Samsun) weit besser als der White Burley-Tabak.

Cockerham, (1954) konnte die vorkommenden Varianten nach der Reaktionsweise verschiedener Kartoffelsorten in 4 Gruppen einteilen (Vgl. S. 18). Gewisse — aber durchaus nicht alle — aus der Sorte Erstling (= Duke of York) stammende Varianten gehören seiner Gruppe 2 an. Sie sind offenbar mit denen identisch, die Köhler (1939) wegen ihrer erhöhten Inaktivierungstemperatur (um 74°C) als X<sup>E</sup>-Gruppe von den übrigen abgetrennt hatte, und mit solchen, die eine Zeitlang auch unter der Bezeichnung B-Virus bekannt waren (Cockerham, 1943). Diese vermögen hauptsächlich auf Erstling, weniger aber auf anderen Sorten systemische Infektionen hervorzurufen. Bei den anderen Gruppen liegt die Inaktivierungstemperatur um 68–70°C. Die Prämunitätsverhältnisse zwischen den vier Gruppen scheinen noch nicht durchweg geklärt zu sein, sicher ist jedoch, daß die Varianten der 2. Gruppe Prämunität („Cross protection“) gegen die Varianten der anderen Gruppen herbeiführen, wie auch umgekehrt.

Eine neue Variante, die an *Nicotiana rustica* ein ungewöhnliches Gelbmosaik hervorruft, ist unlängst von Hansen u. Larson (1959) in N. Amerika entdeckt worden. Da ihr thermaler Inaktivierungspunkt um 74°C liegt, scheint sie in die Nähe von Gruppe 2 zu gehören.

Mit der Wirkung verschiedener Virusarten auf den Ertrag befaßten sich in quantitativen Untersuchungen McKay u. Loughnane (1953). Sie fanden u. a., daß latente X-Infektionen (wie auch latente A-Infektionen) als solche keine Ertragsminderung herbeiführen. Die Wirkung verschiedener X-Stämme auf den Ertrag, sowie auf die Größe und chemische Zusammensetzung der Knollen wurde von Emilsson u. Gustavsson (1956) untersucht; die Wirkung latenter Infektionen wurde von ihnen jedoch nicht geprüft.

### c) Der Formenkreis des Y-Virus

Zu einem eigenen Formenkreis gehören nach Brandes u. Wetter (1959) diejenigen Mosaikviren, deren Partikeln eine Normallänge von rund 730 mμ aufweisen. Diese Viren sind mit dem Saft übertragbar. Ihre Ausbreitung in der Natur wird vorzugsweise oder ausschließlich durch verschiedene Blattlausarten, vornehmlich *Myzus persicae*, ferner *Doralis rhamni*, *D. frangulae* und in geringerem Maße *Aphis fabae* bewerkstelligt.

Alle diese Viren sind im übertragenden Insekt nicht-persistent, d. h. das Insekt ist unmittelbar nach der Virusaufnahme infektiös, verliert aber die Infektiosität in der Regel schon nach wenigen Minuten oder Stunden.

In dem Formenkreis lassen sich mindestens drei voneinander gut abgrenzbare Gruppen unterscheiden, die Kartoffelsorten befallen. \*)

\*) Eine weitere hierher gehörige Gruppe ist die der Tabak-etsch-Viren (Brandes u. Wetter 1959), die aber für die Kartoffeln ohne Bedeutung sind.



1. Das seit langem bekannte Y-Virus, das neuerdings als das „alte“ oder auch „Normal-Y“ bezeichnet wird: Nachstehend als Y<sup>N</sup> bezeichnet.
2. Das auf dem europäischen Festland seit wenigen Jahren in rapider Ausbreitung begriffene „Neue Y“, das am Tabak die Tabakrippenbräune erzeugt (u. a. Klinkowski u. Schmelzer, 1957; Ross, 1959): als Y<sup>R</sup> bezeichnet.
3. Das seit langem bekannte A-Virus.

Eine vierte Gruppe wird vermutlich durch das in manchen holländischen Sorten vorkommende stippestreep-Virus repräsentiert.

Die Angehörigen des Formenkreises sind nach serologischen Versuchen (R. Bartels 1958) als verwandt anzusprechen, d. h. durch gewisse Antigenfraktionen lassen sie sich überbrücken. Überraschend ist aber, daß die Angehörigen der einzelnen Gruppen im Präzunitätsversuch (cross protection test) zwar gegeneinander Abwehrfähigkeit erzeugen, nicht aber gegen solche der anderen Gruppen. Die Differenzierung ist also beim Y-Formenkreis offenbar viel weiter fortgeschritten als etwa beim X-Virus.

Über die innerhalb des Normal-Y bestehende Differenzierung liegen ausführliche Untersuchungen von Bawden u. Kassanis (1947) und Darby, Larson u. Walker (1951) vor. Diese zeigten insbesondere die bezüglich Symptombildung vorkommenden, beträchtlichen Abstufungen auf.

An einem südamerikanischen Stamm, der am Tabak eine Nekrose der Blattadern verursacht, wurden zuerst Bawden u. Kassanis (1951) auf die überraschende Tatsache aufmerksam, daß Tabakpflanzen, die mit einem herkömmlichen Y-Stamm infiziert waren, diesen neuen Stamm nicht abwehrten. Die inzwischen gemachten Erfahrungen zeigen, daß sich andere südamerikanische „Y“-Stämme mit Adernnekrosen am Tabak ebenso auffällig verhalten (Munro, 1955, Silberschmidt 1957). In Brasilien sind derartige Stämme — neben denen des herkömmlichen Y — offenbar schon länger endemisch. In Deutschland tauchten ähnliche „Y-Stämme“ vor wenigen Jahren zuerst am Tabak auf (Köhler, 1955; Klinkowski u. Schmelzer, 1957; Aubert, 1959). Klinkowski u. Schmelzer bezeichneten sie nach ihrem charakteristischen Merkmal am Tabak als Tabakrippenbräunestämme. In den letzten Jahren zeigte sich, daß sich solche Stämme in unseren Kartoffelbeständen mit ungeahnter Schnelligkeit ausbreiteten (u. a. Bode, Scheibe u. Borchardt, 1958; Ross 1959).

In bezug auf Aggressivität übertrifft das neue Y das alte offenbar bedeutend und zwar sowohl am Tabak wie an der Kartoffel. Der Umstand, daß seine Ausbreitung seit seinem erstmaligen Nachweis in Mitteleuropa mit einer so erstaunlichen Geschwindigkeit vor sich ging, läßt vermuten, daß es früher hier gar nicht vorhanden war und daß es erst kürzlich aus Übersee eingeschleppt wurde. Gegen seine Entstehung in Europa durch einfache Mutation aus dem einheimischen alten Y sprechen auch die vielfachen Merkmalsabweichungen von diesem.

Strichelnekrosen auf den Blättern, das charakteristische Merkmal der Y<sup>N</sup>-Infektion, kommen zwar auch bei Y<sup>R</sup>-Erkrankungen vor, jedoch sind sie oft nur wenig auffällig oder fehlen auch ganz. Dagegen beobachtet man nach B o d e (1959 b) Rauhlättrigkeit, schwache Wellung des Blatt-randes und Verkleinerung der Blattfläche fast bei allen Sorten. Oft sind die Symptome auch bis zur völligen Latenz abgeschwächt. Besonders im zweiten Jahr ist die Variabilität der Symptome in Abhängigkeit von Sorte, Boden und Klima sehr groß. Nach R o s s (Diskuss. i. Anschl. an B o d e 1959) besteht bei resistenteren Sorten die Neigung, auch im zweiten Jahre starke Symptome wie Strichel, Blattfall und unter geeigneten Bedingungen frühzeitiges Absterben zu erzeugen, was seiner Meinung nach auf „Überempfindlichkeit“ schließen läßt (vgl. S. 18).

Bemerkenswert ist, daß das Y<sup>R</sup> auf dem Feld, ähnlich wie das X-Virus, auch durch Kontakt von Pflanze zu Pflanze sowie durch Pflegearbeiten übertragen wird (V ö l k, mündl. Mttg.). Seine Inaktivierungstemperatur liegt um 60°, worin es den meisten Stämmen des alten Y gleicht.

Daß das A - V i r u s mit dem Normal-Y verwandt sei, ist eine alte Vorstellung (C l i n c h u. L o u g h n a n e, 1933; K ö h l e r, 1937). Nach B a r t e l s (1957 b, p. 203) läßt sich die Verwandtschaft auch mit dem Präzipitintest nachweisen, wenngleich die Reaktionen nur schwach sind. Das A-Virus unterscheidet sich vom alten und neuen Y vornehmlich durch seine größere Wärmeempfindlichkeit (Inaktiv.-Temp. 50°) und durch das Versagen des Prämunitätstestes. (S a l a m a n, 1937; K ö h l e r 1937). Dagegen hat sich die frühere Annahme, daß die für Y anfällige Spezies *Nicotiana glutinosa* für A unempfindlich sei, nicht bestätigt, wie gleichzeitig S c h m e l z e r (1959) und S o m m e r e y n s (1959) nachwiesen. Im Jugendstadium infizierte Pflanzen dieser Spezies gehen unter starker Nekrosenbildung zu Grunde; auf den eingeriebenen Blättern bilden sich ähnliche nekrotische Infektionsflecken wie nach Beimpfung mit dem Tabakmosaikvirus. An älteren Pflanzen ist das Erscheinen der systemischen Symptome oft wochenlang verzögert, insbesondere dann, wenn der Impfsaft nur wenig Virus enthält. Auch *Solanum racemigerum* erwies sich in neueren Versuchen mit dem Stamm „Magna 556“ als anfällig (K ö h l e r, unveröff.). Es sind also gewisse Hindernisse aus dem Wege geräumt, die bisher gegen einen engeren Anschluß an das Y zu sprechen schienen.

#### d) Der Formenkreis des S-Virus

Ein Gegenstück zum Formenkreis des Y-Virus bildet der des S-Virus. Er umfaßt Viren mit einer Partikel-Normallänge um 650 mμ (B r a n d e s u. W e t t e r, 1959). Diese Viren sind durchweg im Saft verimpfbar und werden in der Natur nur zum Teil durch Blattläuse übertragen. Auf den Tabak sind sie ausnahmslos nicht übertragbar. In diesem Formenkreis lassen sich augenscheinlich mindestens drei Gruppen unterscheiden:

1. Das erst in neuerer Zeite entdeckte S-Virus, das zwar in den Kartoffeln eine große Verbreitung besitzt, aber meist nur latente oder doch wenig auffällige Infektionen verursacht (D e B r u y n O u b o t e r,



1951; Rozendaal u. van Slogteren, 1958; Wetter u. Brandes, 1956; Rozendaal u. Brust, 1953; Macarthur, 1956). Alle Übertragungsversuche mit Blattläusen waren bisher negativ.

2. Ein vielfach übersehenes Virus, das in Nord-Amerika die dort schon lange als leaf rolling-mosaic beschriebene Krankheit erzeugt (Schultz u. Folsom, 1923; McKay u. Dykstra, 1932). Mit ihm konnte ein in Deutschland beobachtetes und vorläufig mit dem Buchstaben K bezeichnetes, durch *Myzus persicae* übertragbares Virus identifiziert werden (Köhler, 1942, 1943, 1957)\*. Dasselbe trifft für das in N. Amerika aufgestellte M-Virus (Bagnall, Larson u. Walker, 1956; Wetter u. Larson, 1959) zu.

3. Das in der englischen Kartoffelsorte King Edward latent verbreitete, durch Blattläuse nicht übertragbare Paracrinkle-Virus (Virus E von Bawden) mit seinen verschiedenen Varianten. Ob es — wie Referent vermutet — eine eigene Gruppe repräsentiert oder zur zweiten zu stellen ist, ist noch ungewiß. Die Entscheidung dürften Präzisionsversuche zu erbringen haben. Von Bagnall, Wetter u. Larson (1959) wurde es besonders mit Rücksicht auf die hohe serologische Übereinstimmung mit Gruppe 2 zu dieser gestellt. Die Angehörigen von 1. haben nur einen kleinen Teil antigenischer Gruppen mit den anderen Viren des Formenkreises gemeinsam. Eine vierte, deutlicher abgesetzte Gruppe dieses Formenkreises, gegen die die Kartoffel jedoch unanfällig ist, umfaßt die Varianten des Nelken-Latentvirus (CLV).

Die Angehörigen der Gruppen 1–3 sind sämtlich auf *Solanum lycopersicum* (Tomate) und *S. demissum* übertragbar, in keinem Fall jedoch auf *Nicotiana tabacum*.

Die thermale Inaktivierungsgrenze bei 10 Min. Erhitzungsdauer wurde für das Leaf rolling-Virus (Gruppe 2) von Köhler (Köhler u. Klinkowski, 1954; Köhler, 1957) bei Testung auf *S. demissum* bei 73°C bestimmt; auch nach Bagnall, Larson u. Walker (1956) liegt sie jedenfalls höher als 70°. Augier de Montgremier u. Devergne (1958) erhielten bei Testung an *Datura Metel* bei 65° keine Infektionen mehr.

Bei den Gruppen 1 und 3 liegt die Inaktivierungsgrenze deutlich niedriger als beim Leaf rolling. Der Wert für das S-Virus liegt zwischen 55 und 60°; durch Erhitzen eines Gemischs der beiden Viren M und S (10 Min. bei 65°) ließ sich das empfindlichere S-Virus eliminieren (Bagnall et al. 1956). Auch nach den stark abweichenden Befunden von Wetter (1957 b) ist die Differenz zwischen den beiden Gruppen beträchtlich (62,5° beim Leaf rolling und 51° beim S); diese Werte wurden mit einem andersartigen Verfahren ermittelt.

Das Paracrinkle-Virus scheint eine Zwischenstellung einzunehmen. Nach Bawden, Kassanis u. Nixon (1950) scheint die Grenz-

\*) Die Arbeit (1943) scheint weitgehend unbekannt geblieben zu sein, denn sie wird weder von Rozendaal und van Slogteren jr. (1959) noch von Bagnall, Wetter und Larson (1959) zitiert. Damit erklärt sich wohl auch die Behauptung bei Bagnall, Larson und Walker (1956) „Köhler described virus K, which was probably never actually isolated“, die auch als Zitat in die Arbeit von Rozendaal und van Slogteren übergegangen ist.



zwischen 55 und 60° zu liegen, nach Wetter u. Brandes (1956) zwischen 60 und 65° bei Testung auf *S. demissum* und zwischen 65 und 70° bei Testung auf *Gomphrena globosa*. Möglicherweise haben hier aber Gemische mit S vorgelegen. Nach Münster u. Pelet (1954) verursachte das S-Virus bei der Sorte Bintje Mindererträge von 10–20 %, nach Madec u. Perennec (1956) bei verschiedenen anderen Sorten von 5–10 %.

Über die serologische Verwandtschaft von Stämmen aller 4 Gruppen (einschl. CLV), unterrichtet die nachstehende Tabelle (nach Bagnall, Wetter u. Larson 1959).

Tab.1. Titer von Antiseren der Viren S, M und CLV bei Testung gegen verschiedene Isolate dieser Viren.

Antiserum	Virus S		Virus M						CLV
	41956	A.Vict	Para	Fort	D 1102	IVM	Bin	LRM	
S (41956)	8,192		16	16		16		8	128
S (A.Vict)	2,048	4,096	0	16	0	16			16
M (Paracrinkle)	128	64	4,096	2,048	1,024	1,024			64
M (Fortuna)		32	2,048	2,048	2,048	2,048			
M (D 1102)	16	64	4,096	4,096	2,048	2,048			
M (IVM <sub>1</sub> )	16	16	2,048	2,048	1,024	1,024			256
M (IVM <sub>2</sub> )	64		8,192	8,192		8,192	8,192	8,192	256
M (Bin)	64	64	2,048	2,048	1,024	2,048			32
CLV <sub>1</sub>	128	128	127	128	128	128			2,048
CLV <sub>2</sub>	512	512	256	128		512	256	128	32,768

#### e) Der Formenkreis des Tabak-Ringspot-Virus

Aus diesem Formenkreis werden bei Kartoffeln drei Variantengruppen angetroffen. Diese sind:

1. Das Bukett-Virus
2. Das Pseudoaucuba-Virus
3. Das Beta-Ringspotvirus.

Hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit für die Kartoffelpflanze bestehen zwischen den beiden ersten Gruppen sehr beträchtliche Unterschiede (Köhler, 1954). Während das Bukett (Köhler, 1952) sehr schwere Schädigungen hervorruft, ist das Pseudoaucuba (Köhler, 1940) relativ gutartig. Beide besitzen keine große Verbreitung, da sie durch den Boden übertragen werden, worin sie augenscheinlich mehrere Jahre aktiv bleiben können. Alle Übertragungsversuche mit Insekten waren erfolglos, was übrigens auch für das eigentliche (nordamerikanische) Tabak-Ringspot gilt. Die Viruspartikeln dieses Formenkreises sind klein (etwa 20 mµ Durchmesser) und annähernd sphärisch. Die Viren von Bukett und Pseudoaucuba sind, wie serologische Untersuchungen gezeigt haben, untereinander näher verwandt als mit dem eigentlichen Tabak-ringspot-Virus (Gehring u. Bercks, 1956; Bercks u. Gehring, 1956; Gehring u. Bercks, 1958; Bercks, Gehring u. Follmann, 1958).

Das Ringspot-Virus der *Beta*-Rüben hat einen sehr großen Wirtspflanzenkreis. Es tritt im östlichen Schottland auch an Kartoffeln auf, an deren Blättern es auffällige nekrotische Flecke und breite Bänder in Bogenform hervorruft (Harrison, 1957).

Alle drei Viren sind mechanisch übertragbar. Die Grenztemperatur der Inaktivierung liegt für die ersten beiden um 62°.

#### f) Das Stengelbunt-Virus

Gleichfalls durch den Boden und nicht durch Blattläuse übertragbar ist das Stengelbunt-Virus (stem mottle-V.), das einen sehr großen Wirtspflanzenkreis hat (Schmelzer, 1957) und außerdem hochgradig variabel ist (Cadman u. Harrison, 1959). Die von ihm am Tabak hervorgerufene Krankheit ist schon länger unter der Bezeichnung Tabakmauchie oder Streifen- und Kräuselkrankheit (Böning, 1931) bekannt. Als synonyme Virusbezeichnung ist auch Ratel- oder rattle-Virus im Gebrauch (Roosendaal u. van der Want, 1948; Thung, 1949). Seine Partikeln kommen in zwei Längen vor (180 und 70 m $\mu$ ; nach Paul u. Bode, 1955), von denen angeblich nur die größeren infektiös sind (Harrison u. Nixon, zit. Brandes u. Wetter, 1959). Das Virus tritt in manchen Lagen gehäuft auf, in anderen fehlt es ganz. Von dem Virus sind verschiedene Varianten bekannt. Über Einzelfunde in Schottland berichtete unlängst Cadman (1959).

Zu erwähnen wäre noch, daß das Virus, und zwar in seinen verschiedenen Herkünften beim Tabak einen vollsystemischen und einen halb-systemischen Erkrankungstyp hervorbringt und daß der eine Typ in den anderen umschlagen kann, wobei augenscheinlich die Außenbedingungen eine entscheidende Rolle spielen (Köhler, 1956). Brandenburg, Eibner u. Tostmann (1959) sind dem Phänomen weiter nachgegangen. Wenn sie unverdünnte oder nur schwach verdünnte Säfte aus vollsystemisch erkrankten Pflanzen verimpften, so erhielten sie stets wieder den vollsystemischen, wenn sie die Säfte jedoch stärker verdünnten, den halbsystemischen Erkrankungstyp.

Zum Formenkreis des Stengelbuntvirus gehört offenbar auch das in Ostschottland unlängst entdeckte Ringnecrosis-Virus der Kartoffel (Cadman, 1957). Es hat jedoch nur eine geringe wirtschaftliche Bedeutung, da es anscheinend nicht durch die Knollen auf die Tochterpflanzen übergeht.

**Das Virus der Pfropfenbildung („spraing“).** Zum Verwandtschaftskreis des Stengelbunt-Virus gehört ohne Zweifel auch ein Virus, das im Knollenparenchym die altbekannte Pfropfenbildung (holl. Kringerigheid) erzeugt. (Van der Want, 1951, Lihnell, 1957, Walkinshaw u. Larson, 1958). Wenn das Virus vom Boden aus die Knollen an der Peripherie infiziert, entstehen im Parenchym die etwa halbkugeligen, im Schnitt als konzentrische Ringe erscheinenden nekrotischen Zonen. Dringt es dagegen über die Stolonen in die Knolle ein, so zeigen die Nekrosen meist eine mehr diffuse Verteilung, die an die Erscheinung der „Eisenfleckigkeit“ erinnert. An der befallenen Stauden treten in der Regel nur wenige auffällige Symp-

tome und zwar nur an einzelnen Stengeln in Erscheinung oder aber sie fehlen ganz. Die Krankheit ließ sich zwar durch Propfung übertragen, sehr unsicher jedoch durch Saftverimpfung.

#### g) Das Kartoffel-Aucuba-Virus (Viren F u. G)

Das Virus, das in zahlreichen Varianten auftritt, ruft, wie der Name sagt, eine Aucuba-ähnliche Gelbfleckigkeit hervor. In manchen Kartoffelsorten ist es auch latent und dann meist in starker Verbreitung vorhanden (Köhler, unveröff.). Die Normallänge seiner flexiblen Partikeln beträgt etwa 585 m $\mu$  (Paul u. Bode, 1955). Der thermale Inaktivierungspunkt liegt bei 60° (Maris u. Rozendaal, 1956), nach anderen Angaben bei 63–65°. An *Nicotiana tabacum* (türkisch) erzeugt es latente Infektionen, an *N. glutinosa* ein ähnliches Mosaik wie manche Stämme des X-Virus. Das Virus ist leicht mit dem Saft übertragbar. Vektoren sind *Myzus persicae*, *Doralis rhamni* und andere Aphiden (Heinze, 1950). Zum X-Virus scheinen sehr entfernte verwandtschaftliche Beziehungen zu bestehen (Brandes u. Wetter, 1959).

#### h) Das Stolburvirus

Das auf einer Reihe von Wirts-Spezies auftretende Virus — besonders an *Capsicum annuum* und *Solanum lycopersicum* ruft es schwere Schäden hervor — geht auch auf die Kartoffeln über, wo es an den Knollen die Bildung dünner Keimtriebe („Fadenkeime“), am Laub Welke oder Blattrollen verursacht (Kovachewsky, 1954). Das Virus ist nicht saftübertragbar. Es hat seinen Hauptverbreitungsbereich noch im europäischen Osten, kommt aber seit einiger Zeit auch in Österreich vor und wurde schon früher wahrscheinlich auch in Niederbayern angetroffen (Böning, 1958). Als Überwinterungswirt ist *Convolvulus arvensis* nachgewiesen. Die Partikeln sind angeblich sphärisch mit einem Durchmesser von rund 65 m $\mu$ . (Stolburvirus-Konferenz 1956; Klinowski, 1957; Valenta, 1957; Blattny, 1957). Als wirksamer Vektor ist eine Zwergzikade, *Hyolestes obsoletus*, ermittelt. Zwei ähnliche, eine Welke der Kartoffelstaude hervorrufende Krankheiten („Parastolbur“ und „Metastolbur“) wurden von Valenta (1959) für die Tschechoslowakei beschrieben.

#### i) Sonstige Viren

Von nebensächlicher Bedeutung sind für Mitteleuropa das Hexenbesen-Virus (Witches'broom), das Bronzefleckenvirus (Spotted wilt) der Tomaten und das Luzerne-Mosaikvirus. In Schottland wurde unlängst eine neue saftübertragbare Krankheit (Potato stunt) nachgewiesen. Auf Nordamerika noch beschränkt sind die Spindelknollenkrankheit und das Yellow dwarf (Gelbzwerlgigkeit). Das Virus der letztgenannten Krankheit ist deshalb besonders interessant, weil es mit den Eiern auf die nächste Generation seines Vektorinsekts übertragen wird und es außerdem stark abweichende Dimensionen aufweist. Die sphärischen bis schwach-ellipsoiden Partikeln haben nach Brakke, Black u. Wyckoff (1951) einen ungewöhnlich großen Durchmesser (um 120 m $\mu$ ).



## II. Virusdiagnose

Vor Zeiten war die Feldbesichtigung die Methode zur Feststellung des Pflanzenwertes der zu erntenden Knollen. Sie genügt heute nicht mehr durchweg, nachdem man festgestellt hat,

1. daß Viren, die einzeln nur latente Infektionen verursachen, beim Zusammentreffen in der Pflanze schwere Erkrankungen bei den Tochterpflanzen und dem weiteren „Nachbau“ zur Folge haben können (Beisp.: Mischinfektionen von latentem A und latentem X, wodurch eine Kräuselerkrankung entsteht);
2. daß gefährliche Krankheiten infolge von Witterungs-, Boden- und Düngungseinflüssen in manchen Jahrgängen maskiert sein können (Beisp.: Blattrollkrankheit; Bukett);
3. daß Spätinfektionen in manchen Jahren in großem Umfange möglich sind, die erst an den Tochterpflanzen in Erscheinung treten.

Die Aufgabe der Feldbesichtigung reduziert sich also zumeist dahin, die eindeutig als ungenügend erkannten Bestände von der weiteren Prüfung auszuschließen. Die übrigen Bestände lassen sich in der Regel erst auf Grund von Testergebnissen beurteilen. Bei der endgültigen Bewertung haben wechselnde wirtschaftliche Gesichtspunkte mitzusprechen, es ist deshalb auch unmöglich, einen unabänderlichen Bewertungskanon aufzustellen.

Zur Testung von Knollenproben auf Virusbefall wird die alte Augenstecklingsprobe, zumeist etwas abgeändert, immer noch im großen angewandt, (Arenz, 1953; Scheibe, 1960 u. a.), wenn auch meist in Verbindung mit anderen Nachweismethoden. Die Ausführung der Augenstecklingsprüfung ist heute viel weniger an eine bestimmte Jahreszeit gebunden, seitdem in der Behandlung der Knolle mit dem Rindite-Gemisch ein bequemes Verfahren zur Aufhebung der Keimruhe gegeben ist. Die Stecklingsprobe zeigt nur die manifesten Infektionen an, nicht aber die latenten. Früher glaubte man die letzteren vernachlässigen zu können. Seitdem man aber ihre Bedeutung erkannt hat, sollte sich die Untersuchung auch auf sie erstrecken.

Testpflanzenmethode. Zum Nachweis der Viren des Y-Formenkreises hat sich der Kartoffelstamm „A 6“, ein Bastard aus *Solanum tuberosum* mit *S. demissum*, besonders bewährt. Die Prüfung erfolgt am besten an Blättern, die nach der Verimpfung (mit Karborundpuder) in Petrischalen oder ventilierbare Kästen gelegt werden, in denen die Luft dauernd feucht gehalten wird (Köhler, 1953). Es bilden sich sehr prägnante schwarznekrotische Flecken oder Ringe; diese erscheinen beim A-Virus etwas früher als bei den anderen Viren des Formenkreises. Über seine Erfahrungen bei der Anwendung des „A 6-Testes zum Y<sup>R</sup>-Nachweis“ berichtete Bode (1959). Zum Testen auf das YN-Virus sind auch Blätter von *Physalis floridana* geeignet (Nienhaus, 1957).

Zum Nachweis des X-Virus und der Viren des Ringspot-Formenkreises mit der gleichen Methode eignen sich die Blätter von *Gomphrena globosa* (Paul, 1954), zum Nachweis des Aucuba-Virus Blätter von *Solanum*

*demissum* (Köhler, unveröff.). Zwar erzeugt das A-Virus gleichfalls nekrotische Einzelherde auf *S. demissum*, diese sind jedoch tief schwarz oder schwarzbraun, jene des *Aucuba* dagegen dunkelgrau\*).

Ein sehr wertvolles Hilfsmittel ist der serologische Test (Bercks, 1958; Schade, 1958), der zumeist in der Form der Präzipitinreaktion angewandt wird. Zum Nachweis der Viren des S-Virus-Formenkreises gibt es z. Zt. noch kein anderes ebenso bequemes Hilfsmittel. Über seine diesbezüglichen Erfahrungen mit dem Y-Virus berichtete Bartels (1958). Zur Prüfung eignen sich am besten Säfte aus harmonisch und nicht übermäßig gedüngten Augenstecklingen. Der serologische Nachweis ist umso sicherer, je weniger die Pflanze durch dieses Virus geschädigt wird. Am Dunkelkeim ist der Test nur bedingt brauchbar. Auch zum Nachweis des X-Virus hat sich der serologische Test bestens bewährt; dies gilt insbesondere für die sogenannte Blättchen-Methode nach Stapp u. Marcus (1944) die in der Verwendung von Papierblättchen besteht, an die das X-Antiserum angetrocknet ist (vgl. auch Bercks, 1956). Der Vorteil der präparierten Blättchen vor dem flüssigen Serum besteht vor allem in der leichteren Versendbarkeit und längeren Haltbarkeit. Auch zum Nachweis des S-Virus haben sich die Blättchen bewährt. Als Serumlieferanten werden im allgemeinen Kaninchen verwendet.

Der anatomische Nachweis ist besonders auf das Blattroll-Virus anwendbar. Der ältere Nachweis beruht auf der Anfärbung der nekrotischen Phloemzellen („Phloemnekrose“ s. oben) mit Fuchsin oder anderen Farbstoffen (Bode, 1947). Ein neueres, übrigens patentiertes Verfahren ist die Resoblaufärbung nach Igel-Lange. Die pathologisch gequollene Callose in den Siebröhren färbt sich dabei blau (u. a. Hofferbert u. zu Putlitz, 1955, 1956; Moericke, 1955; Schuster, 1956; Sardiña, Orad u. San Roman, 1957; Schuster u. Byham, 1958; Hamann, 1959). Zur Ausübung und Auswertung dieses Testes ist große Erfahrung und Übung erforderlich. Sehr kritisch über das Verfahren äußerte sich auf Grund eigener Reihenuntersuchungen neuerdings Scheibe (1959).

Ein schon heute in gewissen Grenzen anwendbares, sicher noch ausbaufähiges diagnostisches Hilfsmittel ist die elektronenmikroskopische Untersuchung von Pflanzensäften, wobei Form und Größe der Viruspartikeln festgestellt werden. Das Verfahren ermöglicht die Feststellung des einschlägigen Formenkreises (Brandes u. Wetter, 1959). Auch der elektronenoptische Virusnachweis in ultradünnen Gewebeschnitten ist erfolgversprechend in Angriff genommen (u. a. Brandes, 1956; Borges, 1958).

Eine Farbreaktion zum Nachweis von Mosaikviren (X, A, Y) in Kartoffel-Keimtrieben, die bei der Behandlung der Säfte mit Indophenol eintritt, wurde neuerdings angegeben (Martin u. Quemener, 1956;

\*) Auch manche Stämme des X-Virus erzeugen schwarznekrotische Flecken auf den A6-Blättern. Das geübte Auge unterscheidet sie aber leicht von denen des Y-Formenkreises. Das *Aucuba*-Virus verursacht grau-nekrotische Flecken (Köhler, unveröff.).

Martin, 1958 a und b). Weitere Erfahrungen über die praktische Anwendbarkeit dieser sinnreichen Methode sind abzuwarten. Sie beruht 1. auf dem Umstand, daß die Säfte von Pflanzen, die von Viruskrankheiten des Mosaiktyps befallen sind, eine erhöhte Aktivität der Polyphenol-Oxydase aufweisen und 2. auf der Anreicherung von Substraten dieses Enzyms in solchen Pflanzen. Die nähere biochemische Begründung müssen wir uns hier versagen.

### III. Pathologische Physiologie

Düngung mit Kaliumchlorid erhöht die Anfälligkeit der Kartoffeln für Blattrollinfektionen, was der Wirkung des Kalium-Ions zuzuschreiben ist (Völkl u. Bode, 1954; Völkl, Bode u. Hauschild, 1952). Auch übermäßige Stickstoffdüngung ist in Infektionslagen nachteilig (Köhler, 1925; Arenz, 1956; Böning u. Diercks, 1957; Diercks u. Sprau, 1958). Wie man schon länger weiß, wird durch sie der Austrieb von Seitenknospen am Stengel begünstigt. Da die jungen Triebe von Blattläusen mit Vorzug besiedelt werden, ist die Gefahr der Virusinfektion erhöht. Dazu kommt noch, daß die Erreichung der Altersresistenz (s. unten) durch starke Stickstoffgaben hinausgeschoben wird.

Unser Einblick in das Verhalten des Virus in der Pflanze wurde in neuerer Zeit wesentlich gefördert.

Sehr aufschlußreich waren insbesondere die Untersuchungen von Beemster (1953) über die Wanderungsgeschwindigkeit des X-Virus an Feldpflanzen der Sorte Bintje, wobei jede Woche jeweils die jüngsten Blätter von 30 Pflanzen geimpft wurden. Pflanzdatum: 25. April 1952. Ergebnis auf folgender Tabelle:

Impfdatum	Alter der Pflanze am Tage der Impfung	Prozent infizierte Knollen	
		nach 3 Wochen	nach 5 Wochen
5. Juni	6 Wochen	100	100
12. Juni	7 Wochen	100	100
19. Juni	8 Wochen	100	100
26. Juni	9 Wochen	87	87
3. Juli	10 Wochen	89	98
10. Juli	11 Wochen	22	71
17. Juli	12 Wochen	13	31
24. Juli	13 Wochen	15	36

An älteren Feldstauden, die Mitte Juli mit infektiösen Blattläusen besetzt wurden, erhielt Augier de Montgremier (1955) folgende Befallprozente (Blattroll) an den geernteten Knollen:

Anzahl Tage nach dem Aufbrühen der Läuse:	6	10	12	15	20	25
Infizierte Knollen in Pro- zenten der Gesamternte:	0	8	19	22	29	42



Beemster (1957) erhielt, gleichfalls mit dem Blattrollvirus, folgende Werte an zwei Sorten:

Anzahl Tage nach dem Aufbrühen der Läuse:	2	4	6	8	10
Sorte Bintje	$\frac{0}{3}$ *	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{4}$
Sorte Eigenheimer:	$\frac{0}{4}$	$\frac{0}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$

In höherem Alter, und zwar schon bevor ihre Entwicklung abgeschlossen ist, wird die Staude gegen Virusinfektionen der verschiedensten Art widerstandsfähiger (Bercks, 1951, 1952; Bercks u. Querfurth, 1956; Beemster, 1957). Diese „Altersresistenz“ dürfte — wenigstens beim X-Virus — in der Hauptsache darauf beruhen, daß der Übertritt des Virus aus den Zellen, in denen es vermehrt wird, in das Transportsystem (Phloem) gehemmt ist, wodurch seine Ankunft in den Knollen verzögert wird (Beemster, 1958). Auch die Vermehrung des Virus scheint im älteren Blatt gehemmt zu sein. Infektionen hingegen, die an jungen Seitensprossen älterer Pflanzen zustande kommen, erreichen die Knollen schnell; offenbar funktioniert hier der Übertritt in das Phloem ebensogut wie an der jungen Pflanze (Beemster, 1958). In der ruhenden Knolle findet kein Virustransport statt.

Nach Diercks (1953) üben N-Überschuß und Chlorid-Ernährung auf den Prozeß der Wanderung und Ausbreitung des X-Virus in der Pflanze einen stark beschleunigenden, N-Mangel dagegen einen verzögernden Einfluß aus. Eine Altersresistenz tritt nach den Befunden dieses Autors am heimpften Blatt lediglich bei N-Mangelpflanzen ein, und zwar schon, wenn die Blätter 10 Wochen alt sind. Die Virusausbreitung erfolgt, zumindest bei jungen Pflanzen, in basi — wie akropetaler Richtung etwa gleich schnell.

Die Verteilung und Konzentration verschiedener Mosaikviren (X, S, u. Y) in der Kartoffelpflanze in Abhängigkeit von Kartoffelsorte und Entwicklungshöhe der Staude wurden hauptsächlich mit der serologischen Methode untersucht (u. a. Bartels, 1955, 1957 a, 1958; Wetter, 1957; Bercks, 1950), wobei besonders die hohe Sortenabhängigkeit in Erscheinung trat.

An dieser Stelle seien auch die nicht-virusbedingten („physiogenen“) Einflüsse auf den Nachbauertrag („Pflanzwert“) erwähnt, die, soweit sie sich ertragsmindernd auswirken, unter den nachgerade unwissenschaftlich gewordenen Sammelbegriff „Kartoffelabbau“ fallen. Die exakte Trennung des physiogenen und des virusbedingten „Abbaus“ ist eine alte Forderung (Köhler, 1935). Ihr wurde endlich durch eine klare analytische Untersuchung von Pfeffer (1956) Genüge getan, worin gezeigt wird, daß klimatische, edaphische und gewisse andere Faktoren sich auf die vegetative Nachkommenschaft ertragsmindernd oder ertragsfördernd auswirken können. (Vgl. auch die Studie von Pfeffer [1959] über die Wirkung unterschiedlicher Mineralsalzdüngung auf den Pflanzwert.) Nach Untersuchungen von Went (1959) wirken sich niedrige Wachstums-Temperaturen bei der Kartoffel ertragssteigernd auf den nächstjährigen und sogar noch späteren Nachbau aus. Dieses Ergebnis wurde unter Ausschluß von Virusinfektionen in vollregulierten Klimahäusern erbracht. Die vielfach beobachtete günstige Nachwirkung von Höhenlagen dürfte sich damit z. T. erklären lassen.

\*) Anzahl Pflanzen mit infizierten Knollen / Anzahl Pflanzen, die mit infektiösen Läusen besetzt wurden.

Über die Wirkung des Blattrollbefalls auf den Ertrag bei den Sorten Voran und Record stellte Kloosterman (1956) Erhebungen an: Enthält das Feld mehr als 10 % sekundär-krankte Pflanzen, so erniedrigt jedes weitere Prozent den Knollenertrag um  $\frac{1}{2}$  %; liegt der Befall aber unter 10 %, so beträgt die Erniedrigung jeweils weniger als  $\frac{1}{2}$  %.

#### IV. Virusübertragung; Epidemiologie

Daß das X-Virus auf dem Felde durch Kontakt von einer Staude zur anderen übertragen wird, ist schon länger bekannt. Dabei spielt Wurzelübertragung offenbar nur eine geringe Rolle. Es ist aber auch Übertragung auf Distanz leicht möglich, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben (R. Bartels, 1956; Todd, 1957). Der Hauptüberträger ist dabei nach Todd offenbar der Mensch, an dessen Kleidung (Schuhen und Textilien) das Virus im Wundsaft beim Durchgehen durch die Kartoffelfelder haften bleibt und sich erstaunlich lange in ansteckungsfähigem Zustand erhält. Letzteres gilt auch für das Fell von Tieren, wie Versuche an Kaninchen und Hunden gezeigt haben. Untersuchungen über die Zunahme der X-Verseuchung in einem isolierten Kartoffelbestande mit ursprünglich 1 % Befall ergab, daß die Verseuchung jährlich etwa auf das doppelte des Vorjahres anstieg (Cockerham, 1957). In nicht isolierten Beständen geht die Verseuchung u. U. noch viel schneller vor sich.

Eine genaue Kenntnis der Biologie der virusübertragenden Blattläuse ist für die Befallsprognose wie die Bekämpfung gleich wichtig. In England hat Hollings (1957) die Ergebnisse von Fallenfängen verglichen mit dem „Kolonisationswinkel“, der aus der Zeitkurve der am Kraut durchgeführten Blattlauszählungen zu konstruieren ist. Es ergab sich eine gute Übereinstimmung zwischen beiden Methoden für die Schätzung des zu erwartenden Virusbefalls (Blattroll und Y). In Deutschland wurde die Bedeutung der „Agilität“ der Blattläuse für die Infektionshäufigkeit in einer großangelegten Gemeinschaftsarbeit von Müller, Unger, Neitzel, Rauber, Moericke und Seemann (1959) mit Hilfe von Gelbschalenfängen untersucht. Es zeigte sich von neuem, daß nicht der absolute Aphidenbefall, sondern die Befallsflugintensität, die von den lokalen Witterungs- und Populationsverhältnissen abhängig ist, die Infektionshöhe entscheidend beeinflusst.

Eine Darstellung der Verbreitung der schweren Viren (Blattroll und Kräuselmosaik) in Dänemark gab Gram (1958). Danach finden sich Lagen mit stärkerem Befall dort häufiger auf den Inseln, während Jütland, wenn man von den meist ungünstigeren Lagen am östlichen Küstenrand absieht, auf weite Strecken nur 1 % und weniger Befall aufweist.

#### V. Bekämpfung

An mannigfachen Versuchen, die Tätigkeit der virusübertragenden Blattläuse durch Spritzen mit insektiziden Mitteln einzudämmen, um die Virusausbreitung herabzusetzen oder gar aufzuheben, hat es auch in jüngster Zeit nicht gefehlt. Es zeigte sich ganz allgemein, daß durch das Spritzen der Kartoffelfelder in gewissen Übergangslagen, wo ein schwa-

cher oder mittelstarker Blattausflug vorherrscht, gewisse Erfolge zu erzielen sind, die es einem Betrieb ermöglichen können, Kartoffeln eigener Ernte länger als ein oder zwei Jahre nachzubauen. Jedoch dürfen die Spritzungen wegen der Vielzahl der zu berücksichtigenden Faktoren keinesfalls schematisch gehandhabt werden. (Broadbent, Burt u. Heathcote, 1957; Roennebeck, 1957; Kütthe, 1957).

Die Frage, ob es zweckmäßig ist, die an Pfirsichbäumen von der Pfirsichblattlaus abgelegten Wintereier durch Spritzen abzutöten, läßt sich nicht generell beantworten (Völkl, 1954; Gersdorf, 1955 a und b). Von vornherein ist diese Maßnahme nur in Gegenden mit in der Regel kalten Wintern vertretbar, wo diese Blattlaus auf die Überwinterung im Eistadium angewiesen ist. Und auch dort kommt sie nur für Erzeugungslagen von Pflanzkartoffeln in Betracht. Namentlich Pfirsichbäume, die in Gärten stehen, in denen viruskranke Kartoffeln angebaut sind, können den Kartoffeln der näheren und fernerer Umgebung gefährlich werden, weil die von ihnen im Frühsommer abfliegenden Tiere die Infektion von den kranken Kartoffeln aus besonders leicht weitertragen können.

Der andere, in Wäldern und Parkanlagen stellenweise schon stark verbreitete Winterwirt der Grünen Pfirsichblattlaus, *Prunus serotina*, dürfte für die Virusverbreitung wenig ins Gewicht fallen, da in seiner Nähe meist keine kranken Kartoffeln stehen. Daß in Gegenden, wo Erhaltungszucht und Elitovermehrung getrieben werden, die Infektionsmöglichkeiten auf ein Mindestmaß reduziert werden müssen, versteht sich von selbst.

Neue holländische Versuche zur Krautabtötung, wodurch das Abwandern von Virus aus dem Stengel in die Knollen rechtzeitig verhindert werden soll, hatten folgende Ergebnisse (de Lint, 1957):

1. Die Wirkung des Totspritzens war bei Sorten früher und mittlerer Reife besser als bei spätreifenden.
2. Das Totspritzen der Stengelreste, die beim Krautabschlagen stehen bleiben, ist bei regnerischer Witterung leichter zu erreichen als bei Trockenheit (das Kraut soll naß sein); in trocknen Sommern spritze man bei Nacht.
3. Natriumarsenit erwies sich wirksamer als Dinitroorthokresol in Öl oder Pentachlorphenol in Öl.
4. Das Totspritzverfahren schützt ebensogut gegen Blattrollbefall wie das umständlichere Krautziehen, sofern man nach dem Krautabschlagen der Entwicklung von Regenerationstrieben durch rechtzeitiges Spritzen zuvorkommt (vgl. auch Wenzl, 1960).

In neueren, in Oberbayern durchgeführten Untersuchungen über Krautabtötung bzw. Frührodung bei „Vorkeimsorten“ stellten Arenz u. Hunnius (1959) fest, daß durch die Frührodung am stärksten die Ausbreitung der Blattrollkrankheit und danach die der Strichelkrankheit (vornehmlich wohl Y) einzudämmen war. Bei Kräuselmosaik und leichtem Mosaik (vornehmlich A und X) war die Wirkung nur gering. Auch machten die Autoren Angaben über die mit diesem Verfahren verbundenen Mindererträge. Über eigene Totspritzversuche in der Schweiz berichtete Salzmann (1953). Um die Wüchsigkeit nach Unreiferodung

zu erhöhen, sind nach Geyer (1939 u. 1954) folgende Maßnahmen zu empfehlen:

1. Relativ hohe Stickstoffgaben zum Aufwuchs im Rodejahr selbst,
2. Verwendung relativ großer Knollen (100 g, jedenfalls nicht unter 70 g) und
3. Vorkeimung.

Die trüben Erfahrungen mit dem „Neuen Y“ haben dazu geführt, daß jetzt ausgedehnte Isoliergebiete zur Gewinnung von virusfreien Pflanzkartoffeln eingerichtet werden, in denen der Anbau von Konsumkartoffeln ausgeschlossen ist und in welche nur virusfreie Knollen eingeführt werden dürfen. Die ersten versuchsweisen Erfahrungen waren sogar in dem trockenen Jahrgang 1959 mit seinem ungewöhnlich frühen und starken Blattlausflug überraschend günstig (Völck, mündl. Mittg.; vgl. auch Blümke, 1959).

Die Bemühungen, aus hundertprozentig befallenen Sorten virusfreie Klone zu gewinnen, erbrachten in den letzten Jahren schöne Erfolge. Dabei wurden verschiedene Verfahren angewandt. Durch Behandlung mit höheren Temperaturen gelang es zuerst, blattrollkranke Pflanzenteile, u. a. auch Knollen vom Virus zu befreien; aus ihnen ließen sich dann virusfreie Klone gewinnen (Kassanis, 1950, 1957; Roland, 1952; u.a.). Das Verfahren war jedoch unwirksam bei den Viren X, A, Y, S und Aucuba-Mosaik (zit. Thomson, 1957 a). Dagegen wurde durch die Kultur von Meristem-Explantaten sehr bemerkenswerte Erfolge erzielt. Hierdurch in Verbindung mit Erwärmen gewann Thomson (1956) Y-freie Kartoffeln bei der Sorte Aucklander Short Top. Morel u. Martin (1955) transplantierten Spitzenmeristeme von verschiedenen X-, A- und Y-befallenen Sorten auf Tomaten: die Propflinge erwiesen sich als virusfrei und ließen sich zu Klonen entwickeln. Mit Meristemexplantaten ließ sich auch das Paracrinkle der Sorte King Edward eliminieren. Kassanis u. Tinsley (1957) gelang es, Gewebekulturen von Y-kranken Tabakpflanzen durch Behandlung mit 2-Thiouracil virusfrei zu machen. Dagegen hat sich die angebliche Eignung des Malachitgrüns für denselben Zweck bei Kartoffeln nicht bestätigen lassen (Thomson, 1956 b). Verbindung von Meristemkultur und Hitzebehandlung war bei Y erfolgreich, weniger sicher bei A und S und unwirksam bei X (Thomson, 1956). Manzer (1958) behauptet, vier X-freie Pflanzen aus ruhenden Kartoffeln der Sorte Irish Cobbler bekommen zu haben, von denen eine nur 1 Std. mit einer 0,1 prozentigen Lösung von Thiouracil behandelt worden war.

Alle diese Verfahren haben zwar ihre Bedeutung für spezielle züchterische Aufgaben, kommen aber für die große Praxis nicht in Betracht.

## VI. Resistenzanbau

Die Aussichten der Virusbekämpfung durch Anbau resistenter Sorten haben sich wesentlich gebessert, nachdem verschiedene Wildarten der Kartoffel als Träger von neuen wirksamen Resistenzgenen nachgewiesen werden konnten (u. a. Ross, 1958, 1959; Webb u. Hougas, 1959). Die Bemühungen, die vorgefundenen Resistenzgene in Kulturkar-



toffeln einzukreuzen, sind lebhaft im Gang und haben schon zu bemerkenswerten Erfolgen geführt.

Man unterscheidet drei Typen von Resistenz: Infektionsresistenz, Überempfindlichkeitsresistenz und Extreme Resistenz („Immunität“) je nach dem Modus der zugrunde liegenden Virushemmung. Dazu kommt noch die Toleranz, in der sich die Eigenschaft mancher Sorten äußert, auch bei systemischer Infektion in der Ertragsfähigkeit nur wenig beeinflusst zu sein.

Die wohl schädlichste Kartoffelvirose, die Blattrollkrankheit, konnte durch Einkreuzung älterer resistenter Sorten mit nachfolgender Selektion im feldmäßigen Infektionsversuch bzw. in besonders infektionsgefährdeten Lagen (u. a. Müller, 1925, 1939; Folsom u. Stevenson, 1946; Folsom, 1955; Bald u. Mitarb., 1946, 1950) bereits bis zu einem gewissen Grad eingedämmt werden. Die neueren deutschen Kultursorten zeigen eine gegen früher deutlich erhöhte Blattrollresistenz. Dies läßt sich u. a. aus einer unlängst veröffentlichten statistischen Studie von Klapp (1959) entnehmen, aus der hervorgeht, daß die neueren Marktsorten in einer stark infektionsgefährdeten Lage des Rheinlands im mehrjährigen Durchschnitt weit höhere Nachbauleistungen aufweisen als die älteren. Daß an diesem Ergebnis die Blattrollresistenz einen wesentlichen Anteil hat, steht außer Frage. Der Blattrollresistenz liegt vornehmlich Infektionsresistenz, daneben auch Toleranz zu Grunde. Nach einer neueren Analyse von Webb und Schultz (1958) sind drei Typen von Blattrollresistenz (Infektionsresistenz) zu unterscheiden. Es gibt Sorten,

1. die von den Blattläusen gemieden werden,
2. die bei 22° C und darunter so gut wie unanfällig sind, hochanfällig jedoch bei 27° und darüber, und
3. bei denen trotz schwerem Blattaussfall bei 20–28° nur wenige Infektionen zustande kommen. Extreme Resistenz gegen Blattroll wurde bis heute noch nicht angetroffen, ebensowenig Überempfindlichkeitsresistenz. Nach neueren Befunden weisen Hybriden aus Einkreuzungen von *Solanum acaule*, *S. andigena*, *S. chacoense* und *S. demissum* höhere Infektionsresistenz auf als die konventionellen *tuberosum*-Sorten (Ross, 1958), wobei zu bemerken ist, daß die Resistenzgene neuerer deutscher Marktsorten wie Aquila, Apta und Augusta schon von *demissum*-Hybriden abstammen dürften, da sie auf die „W-Sorten“ von Broili und von Müller (Müller u. Block, 1952) zurückgehen. Näheres über die Genetik der Infektionsresistenz findet man bei Baerecke (1956, 1958) und Rigot u. Melard (1958).

Weit günstiger als beim Blattroll sind die Aussichten bei den verbreiteten Mosaikviren X, A und Y, nachdem in verschiedenen Wildarten Gene nachgewiesen werden konnten, die gegen diese Viren Resistenz bedingen.

X-Virus. Wir folgen hier vorzugsweise den Ausführungen von Ross (1958 u. 1959). Es sind zwei dominante Überempfindlichkeitsgene *Nx* und *Nb* vorhanden. Nach ihrer Reaktion gegen diese Gene lassen

sich die vorhandenen X-Stämme in vier Gruppen einteilen (Cockerham, 1954). Jedes dieser Gene bewirkt Überempfindlichkeit gegen zwei X-Gruppen. Bei Vorhandensein beider Gene besteht Überempfindlichkeit und damit wahrscheinlich Feldresistenz gegen alle X-Stämme. Dies kommt in der nachfolgenden Tabelle nach Ross zum Ausdruck, die sich an eine Tabelle von Cockerham anlehnt.

Tab. 2. Die Beziehungen zwischen den Genen für Überempfindlichkeit und X-Stamm-Gruppen

Sorten	Gene	Reaktion gegen die X-Gruppen			
		1	2	3	4
Arran Banner, Heida usw.	nx nb	anf.	anf.	anf.	anf.
Epicure, Fortuna usw.	Nx nb	üe.	anf.	üe.	anf.
Arran Victory, Ackersegen usw.	nx Nb	üe.	üe.	anf.	anf.
Graigs Defiance, Pentland Ace usw.	Nx Nb	üe.	üe.	üe.	anf.

Die volle Resistenz der mit beiden Genen ausgerüsteten Sorten ist gesichert, solange nicht eine neue X-Gruppe auftritt. Die Existenz der vierten Gruppe bedarf anscheinend noch der Bestätigung.

Die genannte Gruppe 2 umfaßt übrigens die hitzeresistenteren Stämme (vgl. S. 3), die wohl sämtlich aus Erstling (Duke of York) stammen. Sie wurden früher eine Zeitlang als selbständiges Virus B geführt.

Außer den soeben behandelten Überempfindlichkeitsgenen sind nun auch Gene für extreme Resistenz gegen X vorhanden. Der erste diesbezügliche Fall war von Schulz u. Raleigh (1933) in Nordamerika entdeckt worden und zwar in Rassen von *S. andigena* (= *andigenum*). Die beiden X-immunen Sorten Saco und Tawa leiten sich von einem *andigena*-Bastard 41 956 ab (s. auch Wiersema, 1958). Bei Formen von *S. acaule* fand Stelzner (1950) X-Immunität. Sie wird monomer-dominant und unabhängig von den X-Stämmen vererbt.

Y-Virus. Bei den herkömmlichen Sorten wird Infektionsresistenz nach monomer-dominantem Modus vererbt; dabei kommen selbst bei hoher Infektionsgefährdung nur etwa 5 % Infektionen zustande (u. a. Sorten Apta, Franziska, Aquila, Delos, Maritta, Lori). Bei gewissen Zuchtbastarden auf der Basis von *demissum* können die Infektionen sogar auf 0 % herunter gehen (Ross, 1958).

Bei den Wildarten wird extreme Resistenz nach monomer-dominantem Modus vererbt; dabei besteht hinsichtlich  $Y^N$  und  $Y^R$  im großen und ganzen Parallelität (Ross, 1958). Dieses Parallelität trifft nach Arenz u. Hunnius (1958) auch für die Sorten des deutschen Sortiments zu, wiewohl gewisse Abweichungen möglich sind. Als „sehr gut widerstandsfähig“ gegen beide Y-Gruppen werden von ihnen die Sorten Capella, Delos, Lori, Hansa und Eva benannt, als anfällig Ackersegen und Fabricia. Aus bestimmten Gründen erscheint Züchtung auf extreme Resistenz praktisch wertvoller als auf Infektionsresistenz und wird daher

trotz der schon erzielten Erfolge angestrebt. Immunität auch gegen das neue Y fand sich in einigen Herkünften von *S. stoloniferum* und *S. chaconense*. Bezüglich der Erbanalyse sei auf die ausführlichen Angaben bei Ross verwiesen. Dort ist auch die nachstehende Tabelle zu finden, auf welcher die Allele des Resistenzgenes von *S. stoloniferum* und die Reaktionsmodi gegen Y- und A-Infektionen aufgeführt sind.

Tab. 4.

Gene	Phänotypen	
	mit Y-Infektion	mit A-Infektion
Ry	immun	immun
Ry + Polygene	überempfl.	überempfl.
ryn	überempfl.	anfällig
ry	anfällig	anfällig

A - V i r u s. Daß die Überempfindlichkeitsresistenz gegen das A-Virus nicht in jeder Hinsicht derjenigen gegen das Y-Virus folgt, geht aus obiger Tab. 2 hervor. Daß es neben der aus *S. stoloniferum* stammenden Immunität eine vollkommene Überempfindlichkeitsresistenz gibt, die bei etwa jeder dritten Sorte vorkommt, ist schon länger bekannt (Cockerham, 1943; Ross, 1953, 1959). Diese Überempfindlichkeit wird gleichfalls monomer-dominant vererbt. Dasselbe Gen, das extreme Resistenz („Immunität“) gegen Y bedingt, bewirkt auch Immunität gegen A.

#### Literatur

- Arenz, B., (1953): Die Leistungen der Augenstecklingsprüfung in den Jahren 1950 bis 1952. Kartoffelbau **6**, 139—140.
- , (1956): Die Ausbreitung der Viruskrankheiten (Blattroll- und Strichelkrankheit) der Kartoffel in Abhängigkeit von Sorte und Umweltsbedingungen. Bayer. Landw. Jahrb. **33**, 657—674.
- , u. Hunnius, W., (1958): Untersuchungen über die Sortenresistenz gegen verschiedene Y-Virus-Stammgruppen. Züchter **28**, 360—366.
- , u. —, (1959): Der Einfluß der Frührodung auf Ertrag, Sortierung und die Virusausbreitung bei Vorkeimsorten. Prakt. Bl. Pflanzenbau etc. **54**, 1—11.
- Aubert, O., (1959): Note préliminaire sur deux souches peu virulentes du virus de la nécrose des nervures du tabac. Phytopath. Ztschr. **35**, 429—432.
- Augier de Montgremier, H., (1955): Recherches sur la rapidité de migration du virus de l'enroulement en direction des tubercules de pomme de terre. Acad. agric. France, Séance 17. Nov. 1954. (Sonderdruck, 4 Seiten.)
- , et Devergne, M. J. C., (1958): Recherches sur les propriétés fondamentales d'un virus de la pomme de terre récemment signalé en France permettant de l'identifier au virus M de Larson. Acad. Agric. France, Sé. 22 janv. 1958. (Sonderdruck)
- Baerecke, M. L., (1955): Der Nachweis der Blattrollinfektion bei Kartoffeln durch ein neues Färbverfahren. Züchter **25**, 309—313.
- , (1956): Ergebnisse der Resistenzzüchtung gegen das Blattrollvirus der Kartoffel. Ztschr. Pflanzenzüchtung **36**, 395—412.
- , (1959): Blattrollresistenzzüchtung. Handb. Pflanzenzüchtung, 2. Aufl., **3**, 97—106.

- Bagnall, R. H., Larson, R. H., and Walker, J. C., (1956): Potato viruses M, S, and X. Univ. Wisconsin Res. Bull. **198**, 45 S.
- , Wetter, C., and Larson, R. H., (1959): Differential host and serological relationships of potato virus M, potato virus S, and carnation latent virus. *Phytopathology* **49**, 435—442.
- Bald, J. G., Norris, D. O., and Helson, G. A. H., (1946): Transmission of potato virus diseases. 5. Aphid populations, resistance and tolerance of potato varieties to leaf roll. Counc. Sci. Indus. Res. Austral. Bull. **196**, 1—32.
- , and Hutton, E. M., (1950): Some effects of leaf-roll virus on the development and growth of the potato plant. Austral. J. agric. Res. **1**, 3—17.
- Bartels, R., (1955): Serologische Untersuchungen über die Konzentration des X-Virus in Kartoffelstauden während der Vegetationsperiode. *Phytopath. Ztschr.* **24**, 421—430.
- , (1956): Untersuchungen über die Ausbreitung des Kartoffel-X-Virus im Feldbestand. *Ibidem* **26**, 443—448.
- , (1957, a): Ein Beitrag zum serologischen Nachweis des Y-Virus in der Kartoffel. *Ibidem* **30**, 1—16.
- , (1957, b): Serologische Differenzierungsversuche mit Stämmen des Kartoffel-Y-Virus. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen, 13—19 (Wageningen 1958).
- , (1958): Die Konzentration des Kartoffel-Y-Virus in Kartoffelpflanzen. *Zbl. Bakt. (II)* **111**, 185—190.
- Bawden, F. C., and Kassanis, B., (1947): The behaviour of some naturally occurring strains of potato virus Y. *Ann. appl. Biol.* **34**, 503—516.
- , —, (1951): Serologically related strains of potato virus Y that are not mutually antagonistic in plants. *Ann. appl. Biol.* **38**, 402—410.
- , —, and Nixon, H. L., (1950): The mechanical transmission and some properties of potato paracrinkle virus. *J. gen. Microbiol.* **4**, 210—219.
- Beemster, A. B., (1953): Virustransport innerhalb der Kartoffelpflanze. *Mitt. Biol. Bundesanst. H. 80*, 136—140 (publ. 1954).
- , (1957): Some aspects of mature plant resistance in the potato. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen, 212—217 (Wageningen 1958).
- , (1958): Transport van X-Virus in de aardappel (*Solanum tuberosum* L.) bij primaire infectie, *Tijdschr. Plantenziekten* **64**, 1—98.
- Bercks, R., (1950): Fortgeführte serologische Untersuchungen über das X-Virus in Kartoffelpflanzen. *Phytopath. Ztschr.* **16**, 491—507.
- , (1951): Weitere Untersuchungen zur Frage der Altersresistenz der Kartoffelpflanzen gegen das X-Virus. *Ibidem* **18**, 249—269.
- , (1952): Fortgeführte Freilanduntersuchungen über die Altersresistenz von zwei Kartoffelsorten gegen das X-Virus. *Züchter* **22**, 85—91.
- , (1956): Über die Haltbarkeit von angetrockneten Serien. *Phytopath. Ztschr.* **25**, 445—447.
- , (1958): Serologie pflanzlicher Viren in: M. Klinkowski, *Pflanzliche Virologie* (Berlin) **1**, 162—176.
- , u. Gehring, F., (1956): Über Verwandtschaftsbeziehungen und Konzentrationsverhältnisse bei Viren der Tabak-Ringspot-Gruppe. *Phytopath. Ztschr.* **28**, 57—69.
- , u. Follmann, G., (1958): Die Nachbauerhältnisse pseudoaucubavirus-kranker Kartoffelsorten. *Ibidem* **34**, 107—108.



- Bercks, R., u. Querfurth, G. (1956): Über Konzentration und Verhalten des X-Virus in alten Blättern. *Ibidem* **26**, 35—40.
- Blattny, C., (1957): Bemerkungen zur Epidemiologie des Stolburs und der verwandten Krankheiten. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 255—263 (Wageningen 1958).
- Blümke, F., (1959): Schutz der Kartoffelisolierung! *Mitt. Dtsch. Landw. Ges.* **74**, 1431—1432.
- Bode, O., (1947): Beitrag zum frühzeitigen Nachweis der Blattrollkrankheit der Kartoffel durch Anfärbung des Phloems. *Festschr. Appel, Biol. Zentralanst. f. Land- u. Forstw., Berlin-Dahlem*, 34—36.
- , (1959): Untersuchungen über das Y-Virus der Kartoffel (Tabak-Rippenbräune-Stämme). *Mitt. Biol. Bundesanst. H. 97*, 52—60.
- , u. Paul, H. L., (1955): Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffelviren, I. *Biochim. biophys. Acta* **16**, 343—345.
- , u. —, (1956): Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Kartoffelviren. V. Vermessung der Teilchen des Kartoffel-Aucuba-Virus. *Phytopath. Ztschr.* **27**, 456—460.
- , Scheibe, K., u. Borchardt, G., (1958): Resistenz von Kartoffelsorten gegenüber dem Y-Virus. *Kartoffelbau* **9**, 231—232.
- Böning, K., (1931): Zur Aetiologie der Streifen- und Kräuselkrankheit des Tabaks. *Ztschr. Parasitenkunde* **3**, 103—141.
- , (1958): Auftreten einer stolburähnlichen Kartoffelkrankheit in Bayern in den Jahren 1927—1928. *Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutzdienst (Braunschweig)* **10**, 129—133.
- , u. Diercks, R., (1957): Versuche über den Einfluß der Mineralsalzer-nährung auf die Empfänglichkeit der Kartoffelpflanze für Blattroll- und Strichelkrankheit. *Bayer. Landw. Jahrb.* **32**, 276—323.
- Borges, M. d. L., V., (1958): O "Frisado da Valenciana", Virose da batateira frequente em Portugal. *Agron. Lusitana* **20**, 283—292.
- , e Ferreira, D. J. F., (1959): Virus na célula vegetal. Observações ao microscópio electrónico. II. Virus X da batateira, Portug. *Acta Biol., Sér. A.* **6**, 18—22.
- Brakke, M. K., Black, L. M., and Wyckoff, W. G., (1951): The sedimentation rate of potato yellow-dwarf virus. *Am. J. Bot.* **48**, 332—342.
- Brandenburg, E., Eibner, R., u. Tostmann, R., (1959): Untersuchungen über die Eisenfleckigkeit-Pfropfenbildung der Kartoffel als bodengebundene Viruskrankheit. *Mitt. Biol. Bundesanst. H. 97*, 36—51.
- Brandes, J., (1956): Über das Aussehen und die Verteilung des Tabakmosaikvirus im Blattgewebe. *Phytopath. Ztschr.* **26**, 93—106.
- , and Wetter, C., (1959): Classification of elongated plant viruses on the basis of particle morphology. *Virology* **8**, 99—115.
- Broadbent, L., Burt, P. E., and Heathcote, G. D., (1957): Insecticidal control of potato virus spread. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 91—105 (Wageningen 1958).
- Cadman, C. H., (1957): A ring necrosis virus of potato. *Ibidem* 168—172.
- , (1959): Potato stem-mottle disease in Scotland. *Europ. Potato J.* **2**, 165—175.
- , and Harrison, B. D., (1959): Studies on the properties of soil-borne viruses of the tobacco-rattle type occurring in Scotland. *Ann. appl. Biol.* **47**, 542—556.
- Clinch, P., and Loughnane, J. B., (1933): A study of the crinkle disease of potatoes and of its constituent or associated viruses. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.* **20** (N. S.), 567—596.

- Coeckerham, G. (1943): The reactions of potato varieties to viruses X, A, B and C. *Ann. appl. Biol.* **30**, 338—344.
- , (1954): Strains of potato virus X. *Proc. 2nd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 89—92 (Wageningen 1955).
- , (1957): Observations on the spread of virus X. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 144—148 (Wageningen 1958).
- Darby, J. F., Larson, R. H., and Walker, J. C., (1951): Variation in virulence and properties of potato virus Y strains. *Univ. Wisconsin Res. Bull.* **177**, 30 S.
- De Bruyn Ouboter, M. P., (1951): A new potato virus. *Proc. Conf. Potato Virus Diseases, Wageningen-Lisse 1951*, 83—84 (Wageningen 1952).
- De Lint, M. M. (1957): Experience with haulm pulverising and destructive spraying of seed potato crops. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 117—124 (Wageningen 1958).
- Diercks, R. (1953): Der Einfluß der Mineralsalznährung auf Wanderungs- und Ausbreitungsgeschwindigkeit des X-Virus in der Kartoffelpflanze. *Ztschr. Pfl.bau, -schutz* **4**, 252—288.
- , u. Sprau, F. (1958): Versuch zur Frage des Einflusses der Stickstoffdüngung auf Krankheitsbild und Ertrag verschieden stark abgebauter Kartoffeln. *Bayer. Landw. Jahrb.* **33**, 37—46.
- Emilsson, R., and Gustafsson, N., (1956): The influence of potato virus X on yield, tuber size and chemical composition of the tubers. *Acta agric. Scand.* **6**, 369—382 [*Rev. appl. Mycol.* **36**, 265, 1957].
- Folsom, D. (1955): Testing potato seedling varieties in Maine for field resistance to leafroll and for desirable horticultural characteristics. *Amer. Potato J.* **32**, 372—385.
- , and Stevenson, F. J., (1946): Resistance of potato seedling varieties to the natural spread of leaf roll. *Ibidem* **23**, 247—264.
- Gehring, F. u. Bercks, R., (1956): Untersuchungen über das Bukett- und Pseudo-Aucuba-Virus der Kartoffel. *Phytopath. Ztschr.* **27**, 215—234.
- , — (1958): Untersuchungen an mehrjährigem Nachbau von künstlich und natürlich mit Bukett-Virus infizierten Kartoffeln. *Ibidem* **31**, 289—299.
- Gersdorff, E. (1955): Besteht zwischen dem Vorhandensein der Winterwirte virusübertragender Blattläuse und dem Auftreten der von ihnen übertragenen Viren eine Beziehung? *Höfchenbriete, Leverkusen*, **8**, 194—208.
- Geyer, H. (1939): Mitt. des Reichsnährstandes v. 19. 8. 1939 und unveröff. Vortr. v. 1. 3. 1954.
- Gram, E., (1958): Distribution and prevalence of potato virus diseases in Denmark. *FAO Plant Prot. Bull.* **6**, 81—84.
- Hamann, U., (1959): Die Ergänzung der Augenstecklingsprüfung durch das Resoblau-Färbeverfahren. *Ztschr. landw. Vers.-Unters.wesen* **5**, 22—34.
- Hansen, A. J., and Larson, R. H., (1959): A yellow strain of potato virus X. *Amer. Potato J.* **36**, 98—104.
- Harrison, B. D., (1957): Beet Ringspot — a soil-borne virus infecting potatoes in Scotland. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 160—167 (Wageningen 1958).
- Heinze, K., (1950): Zur Übertragung pflanzlicher Viruskrankheiten durch Blattläuse. *Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig*, **2**, 49—53.
- , (1955): Versuche zur Übertragung des Blattrollvirus der Kartoffel in den Überträger (*Myzodes persicae* Sulz.) mit Injektionsverfahren. *Phytopath. Ztschr.* **25**, 103—108.

- Hofferbert, W., u. zu Putlitz, G., (1955): Neue Erkenntnisse und Erfahrungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. *Nachr.bl. dtsh. Pflschutzd., Braunschweig*, **7**, Beilage zu Nr. 7 (Juli).
- , —, (1956): Was wissen wir über Veränderungen im Phloem viruskranker Pflanzen, insbesondere blattrollkranker Kartoffeln? *Nachr.bl. dtsh. Pflschutzd., Braunschweig*, **8**, 20—22.
- Hollings, M., (1957): The measurement of aphid activity in relation to spread of potato viruses. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 85—89 (Wageningen 1958).
- Kassanis, B., (1950): Heat inactivation of leaf-roll virus in potato tubers. *Ann. appl. Biol.* **37**, 339—341.
- , (1952): Some factors affecting the transmission of leaf-roll virus by aphids. *Ibidem* **39**, 157—167.
- , (1957): The use of tissue cultures to produce virus-free clones from infected potato varieties. *Ibidem* **45**, 422—427.
- , and Tinsley, T. W., (1957): The freeing of tobacco tissue cultures from potato virus Y by 2-Thiouracil. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 153—155 (Wageningen 1958).
- Klapp, E., (1959): Nachbauprüfung des deutschen Kartoffelsortiments 1939—1958. *Ztschr. Acker-, Pfl.bau* **109**, 121—126.
- Klinkowski, M., (1957): Beiträge zur Kenntnis der Stolburkrankheit der Kartoffel. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 264—277 (Wageningen 1958).
- , u. Schmelzer, K., (1957): Beiträge zur Kenntnis des Virus der Tabak-Rippenbräune. *Phytopath. Ztschr.* **28**, 285—306.
- Kloosterman, E. G., (1956): De invloed van de bladrolziekte op de opbrengst van de aardappel. *Tijdschr. Planteziekten* **62**, 157—166.
- Köhler, E., (1925): Anmerkungen eines Pflanzenpathologen zum Thema: Stickstoffdüngung und Pflanzwert der Kartoffel. *Kartoffel* **5**, 152—154.
- , (1935): Über Umweltwirkungen bei einer vegetativ vermehrten Pflanze (Kartoffel). *Angew. Bot.* **17**, 288—302.
- , (1957): Über ein „Veinbanding-Virus“ der Kartoffel. *Phytopath. Ztschr.* **10**, 17—29.
- , (1939): Über die X<sup>E</sup>-Gruppe des Kartoffel-X-Virus. *Zentralbl. Bakt., II. Abt.*, **101**, 29—40.
- , (1940): Das Tabak-Ringspot-Virus als Erreger einer Gelbfleckigkeit des Kartoffellaubes. *Angew. Bot.* **22**, 385—399.
- , (1942): Untersuchungen über das „K-Virus“ der Kartoffel. I. Mitt. *Ibidem* **24**, 118—130.
- , (1943): Untersuchungen über das K-Virus der Kartoffel. II. Mitt. *Ibidem* **25**, 13—23.
- , (1952): Die Bukettkrankheit, eine Viruskrankheit der Kartoffel. *Phytopath. Ztschr.* **19**, 284—294.
- , (1953): Der *Solanum demissum*-Bastard „A 6“ als Testpflanze verschiedener Mosaikviren. *Züchter* **23**, 173—176.
- , (1954): Über weniger bekannte Kartoffelvirosen. *Proc. 2nd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 148—152 (Wageningen 1955).
- , (1955): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Y-Virus der Kartoffel. *Phytopath. Ztschr.* **23**, 328—334.
- , (1956): Über eine reversible, durch die Jahreszeit induzierte Virulenzänderung beim Tabak-Rattle-Virus. *Nachr.bl. dtsh. Pflschutzd., Braunschweig*, **8**, 93—94.
- , (1957): Ergänzende Notizen über das K-Virus (Rollmosaik) der Kartoffel. *Ibidem* **9**, 84—85.



- , u. Klinkowski, M., (1954): Viruskrankheiten. Handb. der Pflanzenkrankheiten, 6. Aufl., Bd. 2, 1. Liefg. Die Virosen der Kartoffel, S. 605 bis 646.
- Kovachewsky, I. C. (1954): Die Stolburkrankheit der Solanaceen. Nachr.bl. deutsch. Pfl.schutzdienst (Berlin), N. F. 8, 161—166.
- Küthe, K., (1957): Möglichkeiten zur Erhaltung und Verbesserung des Pflanzgutwertes von Kartoffeln. Pflanzenschutz, München, 9, 65—71.
- Lihnell, D., (1957): Investigations on spraing. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen, 184—188 (Wageningen 1958).
- Macarthur, A. W., (1956): Potato Virus S. Ann. Rpt. Scot. Soc. Res. Plant-Breeding, 27—36.
- Madec, P., et Perennec, P., (1956): Influence de l'« origine » sur le comportement des plants de pomme de terre. Amélior. des Plantes 6, 5—24.
- Manzer, F. E., (1958): Diss. Abstr. 19, 3, 423—424 (zit. Rev. appl. Mycol. 38, 537—538. 1959).
- Maris, B., en Rozendaal, A., (1956): Enkele proeven met stammen van het X- en het aucubabontvirus van de aardappel. Tijdschr. Plantenziekten 62, 12—18.
- Martin, C., (1958, a): Altération de la pigmentation anthocyanique chez les germes de pommes de terre atteintes de maladies à virus. Compt. rend. Acad. Sci. 246, 2790—2792.
- , (1958, b): Étude de quelques déviations de métabolisme chez les plantes atteintes de maladies à virus. Thèse, Paris. 73 S.
- , et Quemener, J., (1956): Sur un test colorimétrique et quelques symptômes permettant la détection des maladies à virus chez la pomme de terre. Compt. rend. Acad. Agric. 42, 426—431.
- McKay, M. B., and Dykstra, T. P., (1932): Potato virus diseases. Oregon State Coll., Agric. Exp. Sta. Bull. 294.
- McKay, R., and Loughnane, J. B., (1953): Effects of some single viruses and of combination of the same viruses on three potato varieties. Sci. Proc. R. Dublin Soc. (N. S.) 26, 133—143. [Rev. appl. Mycol. 33, 109. 1954.]
- Meester-Manger Cats, V. de, (1956): Solanum dulcamara L. (Bitterzoet) als mogelijke bron voor bladrolvirus. Tijdschr. Plantenziekten 62, 171—173.
- Moericke, V., (1955): Über den Nachweis der Blattrollkrankheit in Kartoffelknollen durch den Resorcin-test. Phytopath. Ztschr. 24, 462—464.
- Morel, G., et Martin, C., (1955): Guérison de pommes de terre atteintes de maladies à virus. Compt. rend. Acad. Agric. 41, 422—475.
- Müller, H. J., u. Unger, K., Neitzel, K., u. Raeuber, A., Moericke, V., u. Seemann, J., (1959): Blattlausbefallsflug in Abhängigkeit von Flugpopulation und witterungsbedingter Agilität in Kartoffel-Abbau- und Hochzuchtlagen. Biol. Zentralbl. 78, 341—383.
- Müller, K. O., (1925): Neue Wege und Ziele in der Kartoffelzüchtung. Beitr. Pfl.zucht 8, 45—72.
- , (1939): Über die Abbauresistenz der Kartoffel und die Züchtung abbaufester Kartoffelsorten. Ztschr. Pfl.züchtg. 23, 1—19.
- , and Block, W., (1952): Potato breeding for resistance to blight and virus diseases during the last hundred years. Ibidem 31, 305—318.
- Münster, J., et Pelet, F., (1954): Le virus S et son influence sur le rendement d'une variété de pomme de terre. Landw. Jahrb. Schweiz 3, 931—936.
- Munro, J., (1955): The reaction of certain solanaceous species to strains of potato virus Y. Canad. J. Bot. 33, 355—361.

- Nienhaus, F., (1957): Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Licht auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für das Kartoffel-Y-Virus. *Phytopath. Ztschr.* **30**, 189—224.
- Paul, H. L., (1954): Studien zum quantitativen Nachweis des X-Virus auf *Gomphrena globosa*. *Zentralbl. Bakt., II. Abt.*, **108**, 7—18.
- , u. Bode, O., (1955): Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffelviren. II. Vermessung der Teilchen von drei Stämmen des Rattle-Virus. *Phytopath. Ztschr.* **24**, 341—351.
- Pfeffer, Ch., (1956): Untersuchungen über den Wert der in verschiedenen Gebieten erzeugten Pflanzkartoffeln. *Züchter* **26**, 257—269.
- , (1959): Über den Einfluß der Düngung auf den Pflanzgutwert von Kartoffeln. *Europ. Potato J.* **2**, 238—250.
- Rigot, N., et Mélard, V., (1958): L'amélioration de la pomme de terre pour la resistance au virus de l'enroulement. *Europ. Potato J.* **1**, 1—27.
- Rönnbeck, W., (1955): Zur Frage der Ausbreitung von Blattrollvirus im Kartoffelfeld. *Ztschr. Pfl.krankh.* **62**, 528—533.
- , (1957): Zur Epidemiologie und Bekämpfung der Blattrollkrankheit. *Höfchenbriefe, Leverkusen*, **10**, 260—273.
- Roland, G., (1952): Quelques recherches sur l'enroulement de la pomme de terre. *Parasitica* **8**, 150—158.
- Ross, H., (1953): Über die Resistenz der Kartoffelsorten gegen das A-Virus auf der Basis der Überempfindlichkeit. *Ztschr. Pfl.züchtg.* **32**, 153—166.
- , (1958): Virusresistenzzüchtung an der Kartoffel. *Europ. Potato J.* **1**, 1—19.
- , (1959, a): Resistenzzüchtung gegen die Mosaik- und andere Viren der Kartoffel. *Handb. Pfl.züchtg., 2. Aufl.*, **3**, 106—125.
- , (1959, b): Über die Verbreitung der Tabakrippenbräunestämme des Y-Virus der Kartoffel in Deutschland und anderen Ländern. *Phytopath. Ztschr.* **35**, 97—102.
- Rozendaal, A., (1951): Demonstration of experiments with potato viruses. *Proc. Conf. Potato Virus Diseases, Wageningen-Lisse*, 62—65 (Wageningen 1952).
- , (1956): Gezonde nakomelingen van virusziekte aardappelen. *Tijdschr. Plantenziekten* **62**, 28.
- , and Brust, J. H., (1954): The significance of potato virus S in seed potato culture. *Proc. 2nd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 120—133 (Wageningen 1955).
- , en van Slogteren, D. H. M., (1957): A potato virus identified with potato virus M and its relationship with potato virus S. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen* (Wageningen 1958).
- , en van der Want, J. P. H., (1948): Over de identiteit van het ratelvirus van de tabac en het stengelbontvirus van de aardappel. *Tijdschr. Plantenziekten* **54**, 113—133.
- Salaman, R. N., (1937): Acquired immunity against the "Y" potato virus. *Nature* **139**, 924.
- Salzmänn, R., (1953): Über das Totspritzen der Kartoffelstauden als Maßnahme zur Verhinderung der Virusausbreitung. *Landw. Jahrb. Schweiz* **67** (N. F. 2), 707—738.
- Sardiña, J. R., Orad, A. G., and San Roman, (1957): Some observations about techniques of diagnosing potato leaf roll virus. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases*, 59—70 (Wageningen 1958).
- Schade, Ch., (1958): Kleines virologisches Praktikum in: M. Klinowski, *Pflanzliche Virologie* (Berlin) **1**, 221—263.

- Scheibe, K., (1959): Erfahrungen mit Frühtesten zum Virusnachweis an Kartoffelknollen. Mitt. Biol. Bundesanst. H. 97, 64—68.
- , (1960): Die Virusgefahr im deutschen Kartoffelbau. Gesunde Pflanzen **12**, 4—8.
- Schmelzer, K., (1957): Untersuchungen über den Wirtspflanzenkreis des Tabakmauche-Virus. Phytopath. Ztschr. **30**, 281—314.
- , (1959): Infektionen mit dem Kartoffel-A-Virus an *Nicotiana glutinosa* L. Naturwissenschaften **46**, 83—84.
- Schultz, E. S., and Folsom, D., (1923): Transmission, variation, and control of certain degeneration diseases of Irish potatoes. J. agr. Res. **25**, 43—117.
- , and Raleigh, W. P., (1933): Resistance of potato to latent mosaic. Phytopathology **23**, 32.
- Schuster, G., (1956): Zum Kallosetest („Igel-Lange-Test“) für den Virusnachweis an Kartoffeln. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin, N. F. **10**, 243—250.
- , u. Byhan, O., (1958): Zur Präzisierung des Kallosetestes für den Nachweis der Blattrollkrankheit bei Kartoffeln. Ztschr. landw. Vers., Unters.wesen **4**, 37—49.
- Silberschmidt, K. M., (1957): Cross-protection („premunty“) tests with two strains of potato-virus Y in tomatoes. Turrialba **7**, 34—43.
- Sommereyns, Gh., (1959): Note relative à des reactions nécrotiques provoquées par le virus A de la pomme de terre sur *Nicotiana glutinosa* L. Parasitica **15**, 29—34 (1959).
- Stapp, C., u. Marcus, O., (1944): Beiträge zur weiteren Vereinfachung der serologischen Virusdiagnose. Zentralbl. Bakt., II. Abt., **106**, 405 bis 471.
- Stegwee, D., and Ponsen, M. B., (1958): Multiplication of potato leaf roll in aphid *Myzus persicae* (Sulz.). Ent. exp. appl. (Amsterdam) **1**, 291—300.
- Stelzner, G., (1950): Virusresistenz der Wildkartoffeln. Ztschr. Pfl.züchtg. **29**, 135—158.
- Stolburvirus-Konferenz (1956), Smolenice, Slowakei. (Preßburg 1958, 224 S.)
- Thomson, A. D., (1956): Studies on the effect of malachite green on potato viruses X and Y. Austral. J. agr. Res. **7**, 428—434.
- , (1957): The elimination of viruses from potato tissue. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen, 156—159 (Wageningen 1958).
- Thung, T. H., (1949): Grondbeginselen der Plantenvirologie. Meded. 123 Inst. v. Phytopathologie etc. Wageningen, Holland.
- Todd, J. M., (1957): Spread of potato virus X over a distance. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen, 132—143 (Wageningen 1958).
- Valenta, V., (1957): Insect transmission and host plants of the stolbur virus. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen, 278—282. (Wageningen 1958).
- , (1959): Zwei bisher unbekannte, Kartoffelwelke verursachende Viren aus Mitteleuropa. Phytopath. Ztschr. **35**, 271—276.
- Van der Want, J. P. H., (1951): Some remarks on a soil-borne potato virus. Proc. Conf. Potato Virus Diseases, Wageningen-Lisse, 71—75 (Wageningen 1952).
- Völk, J., (1954): Über neuere Untersuchungen zur Überwinterung der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae* Sulz.) an Holzgewächsen. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig **6**, 169—171.



- Völk, J., (1958): Übertragung durch Insekten und das Virus-Insekt-Verhältnis, in: M. Klinkowski, Pflanzliche Virologie (Berlin) **1**, 63—102.
- , u. Bode, O., (1954): Weitere Untersuchungen zur Frage eines Zusammenhanges zwischen Düngung, Blattlausbesatz und Krankheitsausbreitung in Kartoffelbeständen. Ztschr. Pfl.krankh. **61**, 49—70.
- , —, u. Hauschild, I., (1952): Untersuchungen zur Frage eines Zusammenhanges zwischen Düngung, Blattlausbesatz und Krankheitsausbreitung in Kartoffelbeständen. I. Mitt. Ibidem **59**, 97—110.
- Walkinshaw, C. H., and Larson, R. H., (1958): A soil-borne virus associated with the corky ringspot disease of potato. Nature **181**, 1146.
- Webb, R. E., and Hougas, R. W., (1959): Preliminary evaluation of *Solanum* species and species hybrids for resistance to disease. Plant Dis. Repr. **43**, 144—151.
- , Larson, R. H., and Walker, J. C., (1952): Relationships of potato leaf roll virus strains. Univ. Wisconsin Res. Bull. 178.
- , and Schultz, E. S., (1958): On the nature of resistance to the potato leaf-roll virus. Am. Potato J. **35**, 728 (Abstr.).
- Went, F. W., (1959): Effects of environment of parent and grandparent generations on tuber production by potatoes. Amer. J. Bot. **46**, 277—282.
- Wenzl, H., (1960): Krautschlägerung und Totspritzen im Saatkartoffelbau. Pflanzenarzt (Wien) **13**, 1—2.
- Wetter, C., (1957 a): Serologische Untersuchungen über Verteilung und Konzentration des S-Virus in der Kartoffelpflanze. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig **9**, 82—84.
- , (1957 b): Untersuchungen zur Differenzierung verschiedener Stämme des Kartoffel-S-Virus. Verh. IV. intern. Pfl.schutz-Kongr. Hamburg. Bd. I, 317—320 (Braunschweig 1959).
- , u. Brandes, J., (1956): Untersuchungen über das Kartoffel-S-Virus. Phytopath. Ztschr. **26**, 81—92.
- , u. Völk, J., (1960): Versuche zur Übertragung der Kartoffelviren M und S durch *Myzus persicae* Sulz. Europ. Potato J.
- Wiersema, H. T., (1958): Onvatbaarheid voor het X-Virus bij *Solanum andigenum*. Tijdschr. Plantenziekten **64**, 125—126.

#### Nachträge

- Day, M. F., and Zaitlin, M., (1958): Infectivity and electron microscopy of extracts of *Physalis floridana* plants infected with potato leaf roll virus. Phytopath. Ztschr. **34**, 83—85.
- Manzer, F. E., (1958): Potato meristem culture and virus X. Iowa State College, Phil. Diss.
- Roland, G., et Tahon, J., (1959): La transmission du virus de l'enroulement de la pomme de terre (*Solanum virus 14*) par les pucerons. Rev. agricole (Bruxelles) **12**, 661—670.
- Schmelzer, K., und Klinkowski, M., (1959): Die Reaktion einiger Tabaksorten und Differentialwirte gegenüber den Viren der Tabakäzmosaikgruppe. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Stämme des Kartoffel-Y-Virus. Züchter **29**, 229—237.
- Völk, J., (1959): Zur Übertragung des Y-Virus durch Insekten und Kontakt. Ztschr. Pfl.krankh. **66**, 563—571.
- Walkinshaw, C. H., and Larson, R. H., (1959): Corky ringspot of potato, a soil-borne virus disease. Univ. Wisconsin Res. Bull. 217.

Aus dem Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Weser-Ems und der Biologischen Bundesanstalt, Institut für Grünlandschädlinge, Oldenburg

## Über den Alkaloidgehalt im Duwock (*Equisetum palustre* L.)

Von

W. Holz und W. Richter

Im Zusammenhang mit Fragen zur Wirkung von Wuchsstoffherbiziden auf den Duwock wurden von 1955 bis 1959 Alkaloidbestimmungen durchgeführt, über die wir bereits berichteten (Holz, 1957, Holz und Richter, 1959). Hierbei fiel auch ein reichhaltiges Zahlenmaterial von unbehandelten Flächen (185 Analysen) an. Da u. W. in der Literatur bisher nur wenig Angaben hierüber vorliegen, hielten wir eine Veröffentlichung wenigstens eines Teils dieser Untersuchungsergebnisse für zweckmäßig.

Die Bestimmung des Gesamtalkaloidkomplexes erfolgte nach Günther\*). Die Duwockproben (Mischproben) stammten von Marsch- und Geestflächen der näheren Umgebung Oldenburgs. Die im folgenden mitgeteilten Zahlen geben den Gesamtalkaloidgehalt in mg in 100 g Trockensubstanz (TS) wieder.

Ende September 1955 wurden erstmalig Duwockproben analysiert. Sie stammten von 2 etwa 10 km voneinander entfernten Marschwiesen und wurden jeweils gleichzeitig in dreitägigen Abständen entnommen. Die Alkaloidmengen betragen im Duwock

der Marschfläche I: 124, 226, 302, 262, 96 mg/100 g TS

der Marschfläche II: 140, 182, 102, 85, 82 mg/100 g TS

Bei Betrachtung der Analysenergebnisse fällt auf, daß schon in kurzer Zeit starke Schwankungen im Alkaloidgehalt eintraten. Besonders deutlich ist dies auf der Marschfläche I, wo innerhalb von 12 Tagen Extremwerte von 302 und 96 mg/100 g TS gefunden wurden. Die Ergebnisse zeigen weiter, daß zwischen zwei auf demselben Boden liegenden Flächen erhebliche Unterschiede im Alkaloidgehalt des Duwocks bestehen können, auch wenn die Proben an gleichen Tagen entnommen wurden.

Im Sommer 1956 und 1957 wurden jeweils gleichzeitig Duwockproben von Marsch- und Geestflächen untersucht. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Die Untersuchungen 1956 und 1957 bestätigen die Ergebnisse des Jahres 1955. Auch hier werden sowohl kurzfristige Schwankungen im Alkaloidgehalt auf derselben Fläche als auch von Ort zu Ort trotz gleichzeitiger Probenahme beobachtet. Auffallenderweise ist der Alkaloidgehalt auf Geestflächen regelmäßig niedriger als auf der Marsch (im Durchschnitt etwa halb so hoch).

\*) Die Alkaloidbestimmungen wurden freundlicherweise von der BASF durchgeführt, wofür wir ihr an dieser Stelle nochmals danken.

Tab. 1 1956

Datum der Probenahme	Gesamtalkaloidgehalt in mg/100 g TS	
	Marschfläche	Geestfläche
20. 6.	189	115
22. 6.	93	35
24. 6.	70	25
26. 6.	80	27
28. 6.	95	60
30. 6.	100	15
2. 7.	75	25
4. 7.	70	35
6. 7.	105	20
8. 7.	135	80
10. 7.	110	40
12. 7.	125	105
16. 7.	175	105
Durchschnitt	109,4	52,8

Tab. 2 1957

Datum der Probenahme	Gesamtalkaloidgehalt in mg/100 g TS			
	Marsch I	Marsch II	Geest I	Geest II
5. 7.	65,0	—	20,0	30,0
8. 7.	61,7	—	33,3	30,0
12. 7.	55,0	—	40,0	28,3
15. 7.	45,0	—	26,6	—
19. 7.	45,0	71,7	18,3	—
22. 7.	50,0	68,3	28,3	—
26. 7.	43,3	65,0	40,0	—
29. 7.	63,3	41,7	30,0	—
2. 8.	51,7	65,0	33,3	—
Durchschnitt	53,3	62,3	29,9	29,4

1958 und 1959 wurden von ein und derselben Marschfläche die ganze Vegetationsperiode hindurch in etwa wöchentlichen Abständen Duwockproben eingeholt. Die ersten wurden 1958 Mitte Mai nach dem Frost, 1959 Ende April zur Zeit der Frühjahrsfröste entnommen. In beiden Jahren waren die Duwocksprosse noch nicht voll entfaltet. Auch bei kurz nach der Mahd (Anfang Juli) eingeholten Proben handelte es sich um Neuaustriebe. Der in der übrigen Zeit gesammelte Duwock bestand aus mehr oder weniger voll entwickelten, grünen Wedeln. Die jeweils nach den Frosteinbrüchen im Frühjahr bzw. Herbst eingeholten Proben waren gebräunt oder z. T. auch, so besonders



die jungen Triebe, weißlich-gelb verfärbt. Über das Ergebnis der Alkaloidbestimmungen geben die Kurven der Abb. 1 Auskunft.

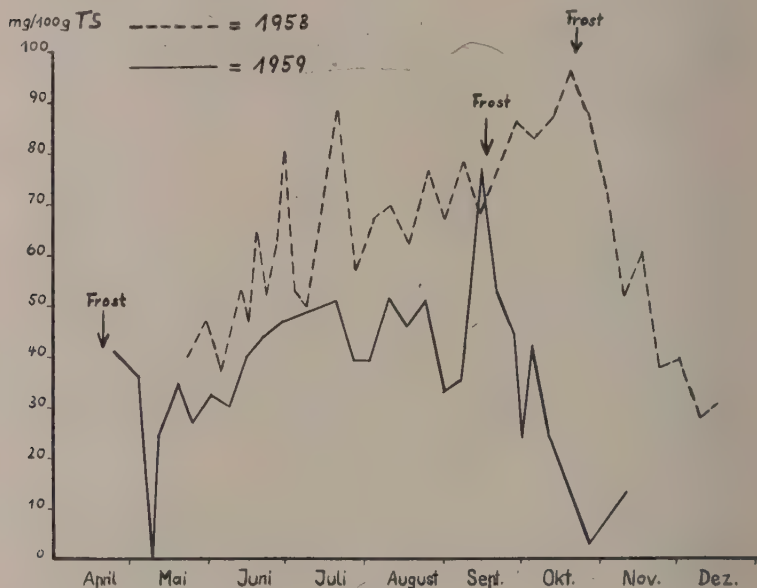


Abb. 1.

Die in der Abb. 1 dargestellten Untersuchungsergebnisse aus den Jahren 1958 und 1959 zeigen zunächst, daß auf ein und derselben Fläche der Alkaloidgehalt von Jahr zu Jahr deutlich verschieden sein kann. Er liegt 1959 mit durchschnittlich 36,3 mg/100 g TS wesentlich niedriger als 1958 mit durchschnittlich 61,7 mg/100 g TS. Sie zeigen weiter, daß — abgesehen von dem auch hier wieder sehr deutlichen Auf und Ab des Alkaloidgehaltes — in beiden Jahren vom Beginn der Vegetation bis zum Herbst ein langsamer Kurvenanstieg zu erkennen ist, dem ein schneller Abfall folgt. Der Alkaloidgehalt nimmt also im Gegensatz zu den Beobachtungen von Günther (1933), der gerade in jungen Trieben die höchsten Alkaloidgehalte fand, mit dem Alterwerden der Pflanzen zu.

Die wie in allen Jahren so auch hier festgestellten Schwankungen des Kurven-Verlaufes während der Sommermonate lassen sich bisher ebenso wenig befriedigend erklären wie die 1955–1957 beobachteten Unterschiede von Fläche zu Fläche. Es wurde versucht, sie in Beziehung zu Temperatur und Niederschlag zu setzen, jedoch waren keine überzeugenden Beziehungen erkennbar. Auch die von Günther (1933) aufgestellte Theorie, nach der ein hoher Grundwasserstand einen hohen Alkaloidgehalt zur Folge haben soll und umgekehrt, konnte bei 1959 auf unserer Versuchsfläche regelmäßig durchgeführten Pegelmessungen nicht

bestätigt werden. Das Grundwasser sank in diesem ausgesprochenen Trockenjahr bis zum Herbst von 25 auf 150 cm beständig ab und erreichte seinen niedrigsten Stand Mitte September, gerade dann, als der Alkaloidgehalt am höchsten war (vgl. Kurve). Bei den metertief liegenden Rhizomen des Duwocks ist auch nicht zu erwarten, daß ein Absinken des Grundwassers — abgesehen von sehr tiefgreifenden Maßnahmen der Landeskultur — Wachstum und Stoffwechseltätigkeit der Pflanze nennenswert beeinflussen kann. In Trockenjahren beobachtet man sogar, daß der Duwock trotz niedrigen Pegels und selbst, wenn die oberen Bodenschichten bereits vollständig ausgetrocknet sind, üppig gedeiht und in der lückig gewordenen Narbe auch mengenmäßig zunimmt.

Der zu Beginn der Kurve 1959 und am Ende beider Jahre beobachtete steile Abfall kann einwandfrei als eine Folge des Frostes gedeutet werden. Von dem Zeitpunkt an, wo Frostschäden auftreten, setzt der Abfall ein. Die Untersuchung der gebleichten und gebräunten Wedel ergab, daß sie keine bzw. je nach Schädigungsgrad nur noch Restmengen Alkaloide enthielten.

Diese Ergebnisse bestätigen die den Landwirten in Duwockgebieten bekannten Erfahrungen, daß Rinder im Frühjahr bis nach den letzten Frösten auf den Weiden verbleiben und im Herbst mit Frosteinbruch wieder aufgetrieben werden können. Der gelegentlich während des Kurvenabfalls im Herbst zu beobachtende geringe Wiederanstieg ist auf Verunreinigung der Proben durch noch grün gebliebene Duwockteile zurückzuführen.

Abschließend soll noch eine Zusammenstellung der während der gesamten Untersuchungszeit (1955–1959) bei 185 Analysen gefundenen Extremwerte gegeben werden. Es sind nur die Alkaloidmengen der grünen (nicht frostgeschädigten) Duwockwedel berücksichtigt.

1955 maximal	302 mg/100 g TS,	minimal	82 mg/100 g TS,
1956 maximal	189 mg/100 g TS,	minimal	15 mg/100 g TS,
1957 maximal	93 mg/100 g TS,	minimal	16 mg/100 g TS,
1958 maximal	88 mg/100 g TS,	minimal	15 mg/100 g TS,
1959 maximal	77 mg/100 g TS,	minimal	24 mg/100 g TS.

Wie die Übersicht zeigt, wurden 1955 und 1956 wesentlich höhere Alkaloidmengen gefunden als 1957 bis 1959. Auch diese auffallende Tatsache läßt sich bisher nicht auf Witterungs- oder Standorteinflüsse zurückführen.

#### Zusammenfassung

1. Der Alkaloidgehalt in Duwockwedeln ist im Laufe der Vegetationsperiode auf ein und derselben Fläche, auf verschiedenen Flächen und von Jahr zu Jahr großen Schwankungen unterworfen (1955–1959 maximal 302, minimal 15 mg/100 g TS).

2. Auf einer Fläche, die während zweier Vegetationsperioden ständig beobachtet wurde, stieg der Alkaloidgehalt mit zunehmendem Alter der Duwockwedel an.
3. Mit zunehmender Frostschädigung nimmt der Alkaloidgehalt ab. Durch Frost vollkommen abgetötete Duwockwedel sind alkaloidfrei.

#### Literatur

- Günther, E., Die Entgiftung des Duwocks. Fortschr. Landw. **8**, 1933, H. 8.
- Holz, W., Abnahme des Alkaloidgehaltes im Duwock (*Equisetum palustre* L.) nach Wuchsstoffbehandlung. Verhdlg. IV. Internat. Pflanzenschutz-Kongr. Hamburg 1957, **1**, 515—518 (Braunschweig 1959).
- , u. Richter, W., Über den Alkaloidgehalt im Duwock (*Equisetum palustre* L.) nach MCPB-Behandlung. Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutzd., Braunschweig, **11**, 1959, 115—117.



Aus dem Staatsinstitut für Angewandte Botanik, Hamburg

## Erfahrungen mit der Blattanalyse bei Rauchschaden- untersuchungen\*)

Von

**Kurt Garber**

Vor rund 25 Jahren erschien in den „Kleinen Mitteilungen“ der damaligen Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Luft-hygiene, Berlin-Dahlem, eine Arbeit von W. D ö r r i e s (1) über die Frage, ob Fleckenbildungen und Verfärbungen an Blattorganen für eine Raucheinwirkung charakteristisch seien. Diese Frage beschäftigte damals die Fachkreise besonders, weil manche Gutachter behaupteten, durch gewisse Verfärbungen der Blätter eindeutig auf die Einwirkung saurer Rauchgase schließen zu können. D ö r r i e s führte in seiner Veröffentlichung auf Grund von Literaturangaben den Nachweis, daß den Fleckenbildungen und Verfärbungen der Blätter durch saure Rauchgase auch sehr ähnliche Erscheinungen durch Frosteinwirkung, Wassermangel, Hitze, sowie durch Bodeneinflüsse oder Nährstoffmangel und parasitäre Schäden gegenüberstehen können. Diese heute allgemein anerkannte Tatsache war einer der Gründe zu versuchen, durch eine chemische Analyse der in Frage stehenden Blätter Rückschlüsse auf eine mögliche Einwirkung von Rauchgasen, und somit auf die Schadensursache selbst, führen zu können.

Es ist bekannt, daß über den Wert der chemischen Analyse des Pflanzenmaterials bei Rauchschadenuntersuchungen bereits früher ein heftiger Meinungsstreit geführt wurde, und es soll darum in diesen Ausführungen n u r über die in unserem Institut gesammelten Erfahrungen mit der Blattanalyse bei der Rauchschadendiagnose berichtet werden.

Das Pflanzenmaterial, das uns zur Untersuchung vorgelegt wird, zeigt eine große Mannigfaltigkeit der Beschädigung. Meistens ist die Schadensursache nicht ohne weiteres zu erkennen, obgleich auch in vielen Fällen einwandfreier Schädlingsbefall feststellbar ist. Bei dem Verdacht des Vorliegens eines Rauchschadens, besonders nach Kenntnis der örtlichen Verhältnisse, muß versucht werden, durch eine mikrochemische Analyse zu gewissen Aussagen über die Möglichkeit der Einwirkung von Fremdstoffen zu gelangen.

Zu den schwierigsten Diagnosen bei rauchgeschädigten Pflanzen gehören, wie auch H. S t r a t m a n n (2) betont, immer noch die SO<sub>2</sub>-Schäden. Wenn auch die Verfärbung der Blätter gelegentlich Anhaltspunkte für eine solche Beurteilung bietet, so muß doch immer darauf hingewiesen werden, daß diese Verfärbungen unspezifisch sind. Es ist versucht worden, durch eine chemische Analyse der Blätter festzustellen,

\*) Referat, gehalten auf der Tagung forstlicher Rauchschadensachverständiger am 6. 10. 1959 in Bochum.

ob die beschädigten und verfärbten Blätter einen erhöhten Gehalt an Schwefel gegenüber unbeschädigtem Material aufwiesen. Solche Untersuchungen können unter Umständen wohl einen Hinweis für eine Schadensbeurteilung bieten, allerdings nur unter Berücksichtigung der Tatsache, daß auch in rauchfreien Gebieten erhebliche Schwankungen der Schwefelwerte der Pflanzen im Laufe der Vegetationsperiode vorkommen können, wie dies auch aus den Untersuchungen von E. Tiegs (3, 4) und neuerdings von H. Zinkernagel (5) bekannt geworden ist. Obwohl eine gewisse Abhängigkeit des Schwefelgehaltes der Pflanzen vom Schwefelangebot erkennbar ist, darf jedoch ein erhöhter Schwefelgehalt nicht als Kriterium für eine Schädigung durch S-haltige Gase gewertet werden, da, wie H. Stratmann (6) auch betont, die Pflanze auf Grund der für die einzelnen Arten spezifischen Pufferkapazitäten verhältnismäßig große Mengen an  $\text{SO}_2$  oder anderen S-haltigen Gasen aufnehmen kann, daß aber andererseits erhöhter S-Gehalt auch durch Aufnahme aus dem Boden möglich ist. Darum soll nach Stratmann nicht nur die Gesamtschwefelbestimmung, sondern nach Möglichkeit eine Bestimmung des organisch und anorganisch gebundenen Schwefels, sowie der Sulfide, Sulfite und Sulfate durchgeführt werden. Die Methoden sind von H. Stratmann (7) eingehend beschrieben worden.

Will man jedoch auf diese ausführlichen Analysen verzichten und nur den qualitativen Nachweis von  $\text{SO}_2$  führen, so kann man bei Vorliegen von frischem Blatt-Material (d. h. es darf das  $\text{SO}_2$  im Blatt noch nicht zu  $\text{SO}_3$  oxydiert sein), die von G. Bredemann u. H. Radeloff (8) an unserem Institut entwickelte Methode anwenden:

In der Mikrogaskammer oder kurzen Standröhrchen werden etwa 0.5 g der zerschnittenen frischen Blattsubstanz mit wenig Wasser durchfeuchtet, mit 2 Tropfen 1 %iger Phosphorsäure versetzt und 15 Minuten bei  $50^\circ \text{C}$  im Wärmeschrank gehalten. Das etwa vorhandene  $\text{SO}_2$  destilliert in einen am Deckglas hängenden  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Tropfen, der die Oxydation zu  $\text{SO}_3$  bewirkt. Nach dem Abnehmen und Erkalten des Deckglases fügt man einen kleinen Tropfen 1 %iger  $\text{BaCl}_2$ -Lösung zu dem Tropfen des Deckglases. Enthielt das Blatt freies  $\text{SO}_2$ , so wird man einen Niederschlag von  $\text{BaSO}_4$  beobachten können. In diesem kann man mikroskopisch die für  $\text{BaSO}_4$  typischen Kristallskelette, vor allem die Kreuzform, feststellen. Naturgemäß sind Pflanzen, die freie Sulfide, z. B. Allylsulfide enthalten, wie *Allium*-Arten und einige Cruciferen, für diese Untersuchungen ungeeignet.

Liegt die Einwirkung des  $\text{SO}_2$  länger zurück, und ist dieses somit schon in Blattmaterial oxydiert, so kann das beschriebene Verfahren nicht mehr durchgeführt werden. Auch das von Bredemann und Radeloff empfohlene abschätzende Verfahren zum Nachweis von Sulfat-Ionen (Extraktion des Blattmaterials in wenig Wasser, filtrieren, ansäuern, dann Zufügen eines Tropfens  $\text{BaCl}_2$  und Abschätzen der entstehenden Fällung), kann wegen des bereits erwähnten unterschiedlichen S-Gehaltes der Blätter nicht mehr zur einwandfreien Diagnose herangezogen werden, obwohl es, mit gewisser Vorsicht angewandt, als Vorprüfung dienen kann.

Der Nachweis der Einwirkung von Salzsäure- und Chlอร์ดämpfen ist bei beschädigten Blättern auf mikrochemischem Wege im Blattquerschnitt mit Hilfe der Fällung der Cl-Ionen durch  $\text{AgNO}_3$  wohl möglich, aber da die Blätter normalerweise Chloride in oft recht wechselnden Mengen enthalten, so ist eine Cl-Einwirkung nur als wahrscheinlich anzunehmen, wenn die untersuchten Blätter eine weit stärkere AgCl-Fällung ergeben als Vergleichspflanzen aus rauchfreier Gegend. Auch hier ist, wie beim Schwefel, festzustellen, daß der natürliche Gehalt an Chloriden in der Pflanze den Nachweis einer Beschädigung durch Chlor unsicher macht.

Dasselbe gilt für den Nachweis der Beräucherung der Blätter mit Stickstoffsäuren  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$  usw. Eine mikrochemische qualitative Reaktion auf  $\text{NO}_3$  erscheint zwecklos, da die Blätter von Natur aus wechselnde Mengen Nitrate enthalten können.  $\text{NO}_2$  kommt dagegen, soweit bisher bekannt, in gesunden Blättern nicht vor. Man kann den Nachweis von  $\text{NO}_2$  in analoger Weise wie bei  $\text{SO}_2$  erbringen, indem man geringe Mengen der frischen Blattsubstanz mit etwas 1 %iger Phosphorsäure versetzt und überdestillierende  $\text{HNO}_2$  durch ein an der Unterseite des Deckglases klebendes Stück Filtrierpapier, das mit einem Lösungsgemisch von Sulfanilsäure und  $\alpha$ -Naphthylamin angefeuchtet ist, auffängt. Bei Vorhandensein von  $\text{NO}_2$ -Ionen im Blatt färbt sich das Papier nach kurzer Destillation, vom Rand beginnend, intensiv rot. Diese Reaktion tritt aber nur bei ganz frisch beräucherten Blättern auf.

Eine andere Stickstoffverbindung, das Ammoniak, läßt sich dagegen einwandfrei folgendermaßen mikrochemisch nachweisen: Die frische Blattsubstanz wird zerkleinert und in der Mikrogaskammer mit 2 Tropfen 1 %iger NaOH versetzt. Als Reagens dient als hängender Tropfen eine Lösung von 10 %iger Platinchlorwasserstoffsäure. Enthält die Probe Ammoniak, so entsteht bei Zimmertemperatur sofort oder nach wenigen Minuten im hängenden Tropfen eine Fällung von gelbem Ammoniumplatinchlorid, das vorwiegend in Oktaederform auskristallisiert. Diese Reaktion muß aber spätestens innerhalb von 15 Minuten eintreten sein. Nach dieser Zeitspanne ausfallende Kristalle sind möglicherweise auf  $\text{NH}_3$ -Abspaltung aus Amiden und Aminen des Blattes zurückzuführen, worauf bereits früher hingewiesen wurde. (9).

Ein guter mikrochemischer Nachweis ist für die Feststellung der Einwirkung von Fluorverbindungen vorhanden:

Etwa 1 g wasserfreie Blatt-Trockensubstanz wird mit 1 g geglühtem, feinem, reinem Quarzsand in einem etwa 65 mm hohen und 33 mm weiten Glaszylinder vermischt, mit wenig Glaswolle überdeckt und mit soviel konzentrierter  $\text{H}_2\text{SO}_4$  versetzt, daß die Masse gut durchfeuchtet ist. Der Glaszylinder wird mit einem Objektträger mit hängendem Tropfen von 5 %iger Natriumacetatlösung (pH 7,8) bedeckt. Auf Asbest-Drahtgewebe wird dann mit kleiner Flamme vorsichtig erhitzt. Aus der Blattsubstanz entweichendes Fluor destilliert als  $\text{SiF}_4$  in den hängenden Tropfen über und bildet in diesem Kristalle von  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , die mikroskopisch gut zu identifizieren sind.



Da der natürliche F-Gehalt der Pflanzen, abgesehen von einigen Ausnahmen wie z. B. im chinesischen Tee und dem afrikanischen Giftblaad, *Dichapetalum cymosum*, so niedrig ist, daß er bei dieser Reaktion nicht mit erfaßt wird, ist der positive Ausfall dieser Reaktion ein Beweis für eine F-Einwirkung. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß die Reaktion bei offensichtlich durch F geschädigten Gramineen-Blättern, -Halmen und -Spelzen, auch manchmal bei Koniferennadeln, versagt. Für dieses Versagen kann noch keine hinreichende Erklärung gegeben werden. Man wird in solchen Fällen die quantitative Bestimmung des F-Gehaltes nach der Destillationsmethode mit Perchlorsäure und anschließender Titration mit Thoriumnitrat, wie sie in abgeänderter Form von S. G e r i c k e und B. K u r m i e s (10) vorgeschlagen wurde, anwenden. Diese Methode liefert gut reproduzierbare Werte.

Ein weiterer, sehr gut zu führender mikrochemischer Nachweis ist beim Vorliegen der Einwirkung von teer- und asphalthaltigen Dämpfen und Abgasen gegeben. Schäden dieser Art treten häufig auf in der Nähe von Dachpappenfabriken, Korksteinwerken, Asphaltkochereien und überall dort, wo solche teerhaltigen Produkte verarbeitet werden. Diese Schäden sind schon makroskopisch leicht zu erkennen, da die Blattoberseite einen lackartigen Glanz annimmt. Durch die gleichzeitige Ausfällung von Gerbstoffen wird eine Dunkelfärbung der betr. Blätter hervorgerufen.

Die Identifizierung als Teer- bzw. Asphaltrauchschäden gelingt sehr leicht auf folgende Weise:

Benzol, das kurze Zeit mit den betroffenen Blättern geschüttelt wird, fluoresziert im UV-Licht einer Quarzlampe blauviolett, bei starker Einwirkung gelblich-grün. Benzolauszüge gesunder Blätter fluoreszieren höchstens schwach rötlich. Der Nachweis ist sehr empfindlich und eindeutig (12).

Möglicherweise können ähnliche Reaktionen im UV-Licht auch hervorgerufen werden durch die Einwirkung von „Smog“, das sind hauptsächlich ozonisierte Kohlenwasserstoffe aus unverbrannten Treibstoffen u. a., wie sie vor allem in Los Angeles (Kalif.) bekanntgeworden sind. Nach den Angaben von J. P. N i e l s e n und Mitarb. (11) sollen nämlich smoggeschädigte Blätter im UV-Licht blaßblau fluoreszieren, wobei allerdings betont wird, daß die Fluoreszenz durch Einwirkung anderer Stoffe gestört werden könne. Erfahrungen darüber liegen in unserem Institut bisher noch nicht vor, jedoch sind Versuche dieser Art neuerdings ange-  
laufen.

### Zusammenfassung

Der vorliegende Überblick über die Anwendung der mikrochemischen qualitativen Blattanalyse zeigt, daß es wohl möglich ist, unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse, sie bei Rauchschadenfragen zur Beurteilung des speziellen Falles mit heranzuziehen. Das gilt besonders für frische Schäden, d. h. solange die Schadstoffe noch nicht in den Stoffwechsel der Pflanze aufgenommen sind, und für solche Substanzen, die nur in abnorm hoher Menge in den Pflanzen nachgewiesen werden, oder die als Fremdbestandteile, wie z. B. Fluor und Teer, in hohen Konzen-

trationen auffallen. Es ist dabei selbstverständlich, daß auf mögliche Störung der mikrochemischen Reaktionen, sei es durch aufliegende Flugstäube, Schädlingsbekämpfungsmittel oder anderes, besonders geachtet werden muß. Es darf auch in diesem Zusammenhang betont werden, daß in Rauchschadenfällen eine endgültige Aussage nur auf Grund einer chemischen Analyse der Blätter, ohne genaue Kenntnis der örtlichen Verhältnisse, nicht gemacht werden kann. Hierzu gehört nach Möglichkeit auch, wie von Stratmann berechtigt gefordert, die Vornahme einer Luftanalyse.

Insgesamt betrachtet darf aber gesagt werden, daß die Blattanalyse ein wertvolles Hilfsmittel bei der Rauchschadendiagnose darstellt.

### Literatur

1. Dörries, W., Sind Fleckenbildungen und Verfärbungen an Blattorganen für Raucheinwirkung charakteristisch? Kl. Mitt. Ver. f. Wasser-, Boden- u. Lufthyg., Berlin-Dahlem, **8**, 181—188, 1932.
2. Stratmann, H., Staub- und Gasimmissionen von Kohlenfeuerungen, ihr Einfluß auf die Vegetation und ihre Messung. VDI-Berichte **15**, 59—66, 1956.
3. Tiegs, E., Über den Schwefelgehalt der Blätter. Ber. dtsh. Bot. Ges. **48**, 58—62, 1930.
4. —, Über den Schwefelgehalt der Blätter von *Helianthus annuus*. Ber. dtsh. Bot. Ges. **56**, 26—29, 1938.
5. Zinkernagel, H., Über den Wert der chemischen Bestimmung des Schwefelgehaltes in Blättern bei Rauchschadendiagnosen. Außenlufthyg. 2. Folge, Schriftenr. Ver. Wasser-, Boden- u. Lufthyg., Berlin-Dahlem, **13**, 21—28, 1958.
6. Stratmann, H., Eine mikroanalytische Methode zur Bestimmung von Schwefeldioxyd in der Atmosphäre. Mikrochimica Acta, H. 6, 668—678, 1954.
7. —, Mikroanalytische Bestimmung verschiedener Schwefelverbindungen in Gasen und in festen Stoffen. Mikrochimica Acta, H. 1—6, 1031—1037, 1956.
8. Bredemann, G., und Radeloff, H., Untersuchungen über Vegetationsschäden durch schweflige Abgase und ihre Erkennung. Phytopath. Ztschr. **5**, 179—194, 1932.
9. Garber, K., Über die Physiologie der Einwirkung von Ammoniakgasen auf die Pflanze. Landw. Vers. Stat. **123**, 277—344, 1935.
10. Gericke, S., und Kurmies, B., Bestimmung von Fluor in landwirtschaftlich wichtigen Stoffen. Landwirtsch. Forsch. **3**, 46—53, 1951.
11. Nielsen, J. P., und Mitarb., Fluorescence as a mean of identifying smog markings on plants. Science **120**, 182—183, 1954.
12. Dvůrák, K., Eine chemische Methode zur Identifizierung der Asphalt- und Teerbeschädigung der Pflanzen. Ztschr. Pfl.krankh. **40**, 505—510, 1930.

Aus dem Institut für Obstbau der Universität Bonn

## Zur Ätiologie der Stippigkeit von Apfelfrüchten

### 1. Mitteilung

Von

**F. Hilkenbäumer, G. Buchloh und A. Zachariae**

### Einleitung

Die Entstehung der Stippigkeit im Fruchtfleisch von Äpfeln, die weithin auch unter der englischen Bezeichnung „bitter pit“ bekannt ist, wird heute vielfach auf eine Störung des Wasserhaushaltes der Frucht zurückgeführt. Je nachdem, ob die Symptome schon vor der Ernte oder erst später während der Lagerung in den Früchten auftreten, soll diese Störung von Faktoren entweder des Standortes oder des Lagerklimas verursacht werden. Über die Entstehung der Stippigkeit in Abhängigkeit von Standort- und Lagerfaktoren sind allgemein im wesentlichen zwei Hypothesen entwickelt worden. Einmal sollen einzelne Zellen oder kleinere Zellverbände im Fruchtparenchym durch plötzliche Erhöhung der Transpiration von einem starken, irreversiblen Wasserverlust betroffen werden, sich bräunlich verfärben und dann jenen korkartig „trockenen“ Charakter annehmen, durch den sich das typische Symptom auszeichnet.

Andererseits hat man vielfach die Stippigkeit als Folge einer erhöhten Wasserzuleitung in die Frucht aufgefaßt, die, wenn sie namentlich gegen Ende der Vegetationsperiode kurz vor der Ernte stattfindet, von einzelnen Zellen oder Zellverbänden des Fruchtparenchyms nicht mehr einreguliert werden kann, so daß es zu Läsionen und anschließend zur Nekrotisierung der betreffenden Gewebe kommt. Im einzelnen haben hierüber in neuerer Zeit Hilkenbäumer und Reinken (1959) berichtet und darauf hingewiesen, daß die bisher vorliegenden zahlreichen Untersuchungen über Beziehungen zwischen Standort- und Lagerfaktoren und der Entstehung der Stippigkeit keinen tieferen Einblick in die wirklichen Ursachen eröffnet haben.

Die Vorstellung, daß ein Wasserentzug bei einzelnen Zellen oder Zellgruppen zur Entstehung von Stippigkeit führt, geht im wesentlichen auf Wortmann (1892) zurück. Auf Grund seiner histologischen Befunde, daß die affizierten Gewebepartien stets in unmittelbarer Nähe der Leitbündel liegen, hatte er vermutet, daß die erkrankten Parenchymzellen in direkter stofflicher Verbindung mit den Leitbündeln stehen und daß ein Wasserentzug leicht über die Gefäße erfolgen könnte, wenn die Transpiration der gesamten Frucht durch Umweltbedingungen erhöht wird.

Dieser histologische Befund ist später von Smock und van Doren (1937) bestätigt worden, und auch wir haben bei Früchten verschiedener Apfelvarietäten beobachtet, daß die affizierten Zellen des Fruchtparenchyms immer entweder an die Bündelscheide der sekundären Leitbündel angrenzen oder dort liegen, wo diese im Fruchtparenchym enden, vornehmlich unter der Hypodermis.



Doch hatte Wortmann selbst den Wasserverlust als solchen weniger als die eigentliche Ursache der Stippigkeit angesehen, sondern vielmehr die daraus resultierende Veränderung von „Qualität und relativer Menge der im Zellsaft gelösten Substanzen“ (S. 673). Demnach könnte eine lokal begrenzte, irreversible Störung des Gleichgewichtes zwischen einzelnen Ionen in Einzelzellen oder kleineren Zellverbänden die Voraussetzung für die Entstehung der Stippigkeit sein. Diese Störung braucht nun nicht nur im Sinne Wortmanns durch einen Wasserentzug ausgelöst zu werden, sondern könnte auch durch Zuführung von Kationen im Transpirationsstrom oder durch Translokation von anorganischen Ionen und organischen Verbindungen aus Blättern über den Fruchtstiel in das Fruchtparenchym erfolgen.

Vor einer Klärung dieser Fragen im einzelnen erschien es uns notwendig, zunächst den physiologisch-chemischen Zustand der affizierten Gewebe genauer kennenzulernen, um zu sehen, ob der Zellstoffwechsel stets in eine bestimmte, für die Stippigkeit typische Richtung verändert wird. Denn über den physiologisch-chemischen Zustand der affizierten Gewebe liegen nur wenige Angaben vor, die weder für eine Klärung der Ätiologie ausreichen, noch das Symptom der Krankheit von physiologisch-chemischer Seite her ergänzen. Gegenüber unversehrten Zellen zeichnen sich affizierte Zellen durch höheren Stärkegehalt (Wortmann, l.c.; Smock und van Dören, l.c.; Smock und Neubert, 1950) und durch einen niedrigeren osmotischen Wert aus (Smock und Neubert, l.c.). Dieses Bild ergänzten wir durch Bestimmung des Stickstoffgehaltes, der anorganischen Bestandteile und der Carbonsäuren. Für die Anfertigung der Röntgendiagramme und Ausführung der Spektralanalysen danken wir Herrn Dr. G ew e h r vom Institut für Bodenkunde der Universität Bonn. Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

Als Versuchsmaterial dienten vornehmlich Früchte der Apfelsorten Cox Orange, Golden Delicious und Ontario, bei denen die Stippigkeit nicht am Baum, sondern während der Lagerung auftrat.

## Ergebnisse

### 1. Stickstoffgehalt

Im einzelnen wurde der Gehalt an Gesamtstickstoff, Eiweißstickstoff und Nicht-Eiweißstickstoff ermittelt. Die Bestimmung des Gesamtstickstoffs im gesunden und erkrankten Gewebe erfolgte nach dem üblichen Mikro-Kjeldahl-Verfahren nach Trocknung der Gewebeproben. Zur Bestimmung des Eiweißstickstoffs und des Nicht-Eiweißstickstoffs wurden aus gesunden und stippigen Geweben jeweils frische Preßsäfte bereitet und diese mit Trichloressigsäure versetzt. Nach Abtrennung des Niederschlags wurde aus diesem der Eiweißstickstoff und aus dem gewaschenen Filtrat der Nicht-Eiweißstickstoff ebenfalls nach dem Mikro-Kjeldahl-Verfahren ermittelt.

Sobald die pathologische Veränderung im Fruchtparenchym soweit fortgeschritten ist, daß einzelne Gewebezonen den eingangs erwähnten korkartigen Charakter des typischen Symptoms anzunehmen beginnen, setzt in diesen erkrankenden Zellverbänden eine auffallende Erhöhung des Gehaltes an Gesamtstickstoff und Eiweißstickstoff ein gegenüber den unversehrt bleibenden Geweben derselben topographischen Situation innerhalb einer Frucht (Abb. 1). Im Durchschnitt aller Analysenproben beträgt der Gehalt an Gesamtstickstoff und Eiweißstickstoff zur Zeit der vollständigen Symptomausbildung im erkrankten Gewebe 796,9 mg bzw. 604,2 mg pro 100 g Trockengewicht, im gesunden Gewebe dagegen nur 381,7 mg bzw. 202,3 mg bei derselben Gewichtseinheit. Im Vergleich hierzu zeigt der Gehalt an Nicht-Eiweißstickstoff in beiden Gewebeproben nur geringfügige Unterschiede, d. h. im erkrankten Gewebe liegt der Gehalt mit durchschnittlich 152,7 mg nur wenig unter dem des gesunden Gewebes (175,5 mg).

Den Verlauf der Gesamtstickstoff- und Eiweißstickstoff-Kurven in Abb. 1, Fig. A und B, namentlich die kleine Gipfelbildung zu Beginn der Symptombildung, halten wir nicht für charakteristisch, wie etwa beim Verlauf der Eiweißsynthese während des Klimakteriums in Apfelfrüchten. Denn im letzteren Fall bleibt der Gehalt an Gesamtstickstoff konstant, und es verändert sich lediglich das Verhältnis von Eiweißstickstoff zu Nicht-Eiweißstickstoff zugunsten des ersteren (vgl. H u l m e , 1954; Z a c h a r i a e , 1958). Im vorliegenden Fall dagegen führt die kräftige Eiweißsynthese gleichzeitig zu einer Erhöhung des Gehaltes an Gesamtstickstoff, ohne daß der Gehalt an Nicht-Eiweißstickstoff adäquat gesenkt wurde. Da sowohl Symptombildung als auch Eiweißsynthese erst etwa einen Monat nach der Ernte festzustellen waren, glauben wir annehmen zu dürfen, daß schon vor der Ernte eine lokal begrenzte Anreicherung von Nicht-Eiweißverbindungen stattgefunden hatte, die dann im Verlauf der Symptomentwicklung zu Proteinen synthetisiert wurden, wobei der nach der Synthese verbleibende Restgehalt an Nicht-Eiweißverbindungen — im Gegensatz zu den Verhältnissen während des Klimakteriums — im vorliegenden Fall als symptomatologisch unspezifisch anzusehen wäre.

## 2. Röntgenographische und spektralanalytische Bestimmung der Elemente

Zur Identifizierung einer offenbar kristallinen Substanz, die während des Kjeldahlaufschlusses von stippigem Apfelgewebe auftritt, wurden zunächst Röntgenaufnahmen auf einer Kristalloflex III-Apparatur von Siemens angefertigt. Die Diagramme zeigten scharfe Interferenzen mit z. T. hohen Intensitäten. Aus der Liniendichte konnte gefolgert werden, daß die untersuchte Substanz sich aus mindestens zwei, wenn nicht drei verschiedenen kristallisierten Anteilen zusammensetzt, die im einzelnen allerdings **nicht** genau bestimmt werden konnten. Die überraschende Schärfe der Interferenzen sowie deren Intensität ließen die Vermutung aufkommen, daß die kristallinen Anteile gar nicht genuin, sondern erst während des Aufschlusses sekundär entstanden sind. Zur Klärung dieses Phänomens wurde erkranktes Apfelgewebe sorgfältig isoliert, unter schonenden Bedingungen gefriergetrocknet und unter gleichen Bedingungen wie oben

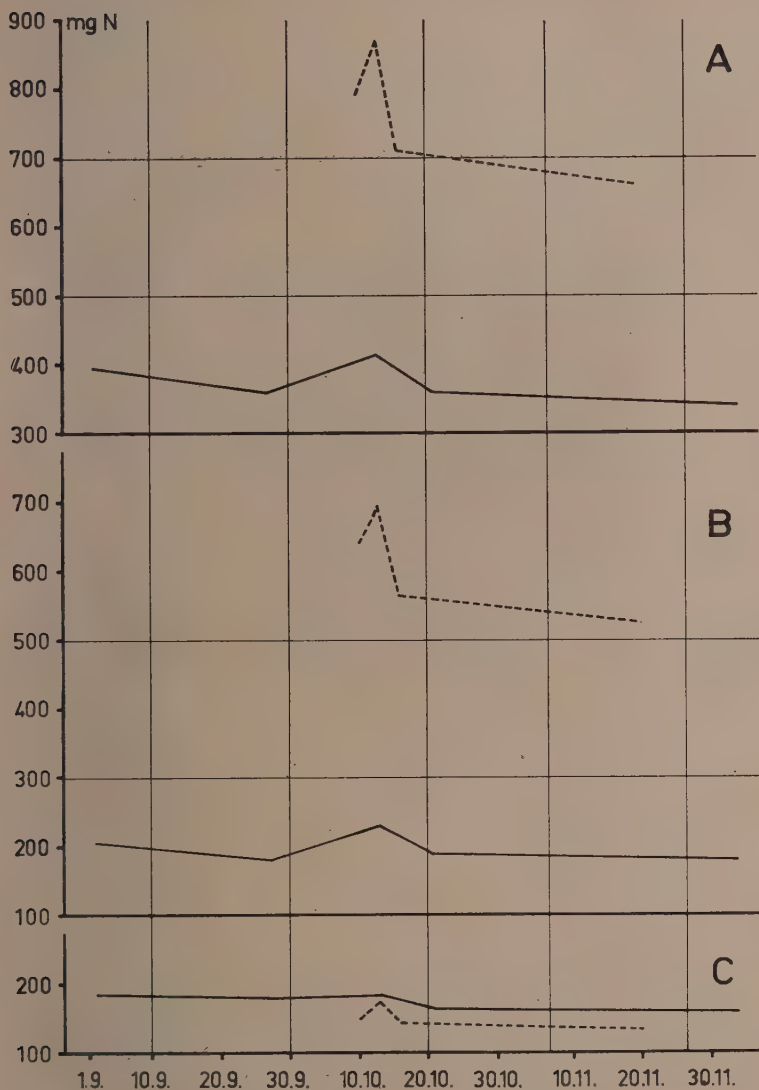


Abb. 1. Stickstoffverhältnisse in gesundem (ausgezogene Linie) und erkranktem (unterbrochene Linie) Gewebe von geernteten Früchten der Sorte Cox Orange.

Fig. A: Gesamtstickstoff; Fig. B: Eiweißstickstoff; Fig. C: Nicht-Eiweißstickstoff.



(Cu-K-Strahlung: 45 KV, 15mA) geröntgt. Das Diagramm zeigte keine Interferenzen, ein Beweis dafür, daß entweder keine kristallisierten oder aber nur röntgenamorphe Anteile im vorliegenden stippigen Gewebe vorhanden waren.

Zur Bestimmung der Kationen wurden drei stippige und zwei gesunde Proben von Apfelgewebe der Varietäten Cox Orange und Golden Delicious zur Gegenüberstellung spektralanalytisch untersucht (s. Tab. 1).

Tab. 1. Ergebnisse der Spektralanalyse von stippigen und gesunden Fruchtgeweben

1. Cox, stippig	Mg +++	3. Cox, gesund	Ca +++
	P +		Mg +++
	Si +		Cu ++
	Ca +		P +
	Cu ?		B +
2. Cox, stippig	Mg +++		Si +
	Ca ++		Fe ?
	Fe +		
	Cu ○		
	P ○		
	B ○		
4. Golden Delicious, stippig	Mg +	5. Golden Delicious, gesund	Ca ++++
	Ca ○		Mg +++
			Cu ++
			P ++
			Fe +
			B +
			Si +

++++	sehr hoher Gehalt
+++	hoher Gehalt
++	mittlerer Gehalt
+	schwacher Gehalt
○	Spuren
?	nicht sicher nachzuweisen

Die Auswertung der spektralanalytischen Befunde zeigt, daß sowohl im gesunden wie auch im erkrankten Fruchtgewebe Kalium vollständig zu fehlen scheint und daß zum anderen das stippige Apfelgewebe, im Gegensatz zum gesunden, stark an Calcium verarmt ist. Ohne an dieser Stelle im einzelnen auf Antagonismen und Synergismen von einzelnen Ionen in ihrer möglichen Beziehung zur Entstehung der Stippigkeit eingehen zu wollen, scheint uns die offensichtlich vollständige Abwesenheit des Kalium-Ions für das Verständnis der Ätiologie der Stippigkeit von untergeordneter Bedeutung zu sein. Für beziehungsreicher halten wir dagegen die auffallende Verarmung der affizierten Gewebe an Calcium.

Dieser Befund erscheint deshalb bedeutsam, weil in stippigem Fruchtgewebe, im Gegensatz zum gesunden, das Calcium in auffallend hohen Anteilen in löslicher Form vorliegt.

### 3. Lösliches Calcium und organische Säuren

Die Bestimmung des Calcium-Gehaltes wurde nach dem von Iljin (1939, S. 23 ff) mitgeteilten Verfahren vorgenommen. Dabei zeigte sich, daß die erkrankten Gewebe von Früchten vor allem der Varietäten Cox Orange, Golden Delicious und Ontario einen höheren Gehalt an löslichem Calcium aufweisen als gesunde Gewebeproben. Obschon die spektralanalytischen Bestimmungen deutlich ergeben hatten, daß der Gesamt-Calcium-Gehalt im stippigen Fruchtgewebe wesentlich niedriger liegt als im gesunden, zeigten die Bestimmungen der löslichen und unlöslichen Anteile des Calciums, daß die erkrankten Gewebe dennoch relativ mehr lösliches Calcium enthalten als die unversehrten.

Tab. 2. Gehalt an löslichem Calcium in stippigen und gesunden Fruchtgeweben in mg/g Trockensubstanz

Varietät	gesund	stippig
Cox Orange	0,465	0,472
Golden Delicious	0,493	0,641
Ontario	0,497	0,673

Der Befund, daß die an Stippigkeit erkrankten Gewebe einen relativ hohen Gehalt an löslichem Calcium aufweisen, gab Veranlassung, die organischen Säuren des gesunden und erkrankten Gewebes genauer zu untersuchen.

Die papierchromatographische Bestimmung von Carbonsäuren hat nun ergeben, daß im gesunden Parenchymgewebe der Varietäten Cox Orange, Golden Delicious und Ontario nur Äpfelsäure als aliphatische Carbonsäure anwesend ist, während im erkrankten Gewebe Citronensäure vorherrscht; d. h. in stippigen Geweben speziell bei Cox Orange tritt Citronensäure zusammen mit geringen Mengen Äpfelsäure auf, bei Golden Delicious und Ontario konnte im stippigen Gewebe überhaupt keine Äpfelsäure, sondern ausschließlich Citronensäure nachgewiesen werden. Gerade die Varietäten, deren stippige Gewebe nur Citronensäure enthalten (Golden Delicious, Ontario), weisen einen höheren Gehalt an löslichem Calcium auf als solche, in denen neben Citronensäure noch Äpfelsäure nachgewiesen werden kann (Cox Orange).

### Besprechung der Ergebnisse und Zusammenfassung

Nach unseren Befunden zeichnen sich stippige Gewebepartien gegenüber den gesunden durch einen beträchtlich erhöhten Gehalt an Gesamtstickstoff und Eiweißstickstoff aus, ferner durch eine auffallende Verarmung an Gesamt-Calcium, wobei gleichzeitig aber der Gehalt an löslichem Calcium relativ erhöht ist, und durch die Anwesenheit von Citronensäure, die speziell bei den Varietäten Golden Delicious und Ontario die einzige aliphatische Carbonsäure, bei Cox Orange die vorherrschende Säure ist.

Ob die Erhöhung des Eiweißgehaltes und damit die Zunahme an Gesamtstickstoff in einem kausalen Zusammenhang mit den Ursachen der Stippigkeit gesehen werden kann, läßt sich gegenwärtig nicht entscheiden.

Eine gewisse Bedeutung dürfte diesem Befund jedoch insofern zukommen, als er zur Fundierung der Symptomatologie der Erkrankung beiträgt. Das gilt auch für die Verarmung der stippigen Gewebe an Gesamt-Calcium, die Erhöhung des Gehaltes an löslichem Calcium und für die Anhäufung von Citronensäure. Darüber hinaus dürfte gerade diesen Verhältnissen auch eine gewisse Bedeutung für die Entstehung der Stippigkeit zuerkannt werden.

In seinen Arbeiten über die Biochemie der Kalkchlorose (Calcirose) hatte Iljin (1942, 1951, 1953) Befunde erheben können, die unseren prinzipiell ähnlich sind. Danach zeichnen sich chlorotische Blätter im allgemeinen ebenfalls durch einen niedrigen Gehalt an Gesamt-Calcium, durch die Erhöhung des Anteils an löslichem Calcium und, mit progressiver Vergilbung, durch eine deutliche Zunahme an Citronensäure aus, die vielfach mit einer Verminderung des Gehaltes an Äpfelsäure einhergeht.

Diese grundsätzliche Übereinstimmung unserer Befunde mit denen von Iljin legt nun den Gedanken nahe, ob z. B. bei *Malus domestica* die Chlorose der Blätter und die Stippigkeit der Früchte nicht grundsätzlich auf ähnliche Stoffwechselvorgänge zurückgeführt werden könnten, obgleich die Erscheinungsbilder der Chlorose und der Stippigkeit weit verschieden sind und keineswegs simultan aufzutreten brauchen. Für die Entstehung der Chlorose nimmt Iljin (1942) als wichtigste Voraussetzung eine Störung des normalen Ionengleichgewichtes an, die besonders leicht durch Erhöhung des Gehaltes der Blätter an löslichem Calcium oder bei bestimmten Pflanzen (*Robinia*, *Philadelphus*) durch akuten Calcium-Mangel herbeigeführt wird. Die Frage nach den Vorgängen, die zur Senkung des Gesamt-Calcium-Gehaltes und zur Erhöhung des Anteils an löslichem Calcium führen, bleibt bei Iljin im wesentlichen unbeantwortet. Jedenfalls hält er die vermehrte Bildung von Citronensäure nicht für ursächlich daran beteiligt, sondern zählt sie nur „zu den typischen biochemischen Vorgängen, welche die Chlorose begleiten“ (Iljin, 1942, S. 524).

Auf Grund unserer hier mitgeteilten Befunde und einiger anderer, noch unveröffentlichter Beobachtungen sehen wir den niedrigen Gesamt-Calcium-Gehalt der an Stippigkeit erkrankten Gewebe nicht als einen primären Calcium-Mangel an, der schon vor der Ernte durch ungleichmäßige Zuleitung von Calcium-Ionen in bestimmte Bereiche des Fruchtparenchyms entstehen würde. Die lokal begrenzte Verminderung des Calcium-Spiegels scheint vielmehr dadurch zu erfolgen, daß in den erkrankenden Geweben der geernteten Frucht zunächst größere Mengen Calcium in Lösung gebracht und dann sekundär in andere Parenchymbereiche abgeleitet werden. Entgegen der Auffassung von Iljin halten wir es auf Grund unserer Beobachtungen durchaus für möglich, daß an diesem Lösungsvorgang u. a. auch Citronensäure beteiligt ist. Durch welche Stoffwechselvorgänge sie in erkrankten Geweben des Fruchtparenchyms vermehrt gebildet wird, ist unbekannt.

Die Anreicherung dieser Säure im chlorotischen Blattgewebe führt deKock (1955) im wesentlichen auf einen erhöhten Phosphor/Eisen<sup>3+</sup>-Quotienten, einen niedrigen Calcium/Kalium-Quotienten und auf das Feh-

len von Eisen<sup>2+</sup>-Ionen zurück. Unter diesen Bedingungen soll die Aktivität der Aconitase abnehmen, so daß sich Citronensäure anhäufen kann. Eine Übertragung dieser Verhältnisse auf Apfelfrüchte würde jedoch die Annahme eines aktiven Tricarbonsäure-Kreislaufs voraussetzen. Da er bisher in Äpfeln nicht eindeutig nachgewiesen werden konnte, muß zunächst vermutet werden, daß die Anreicherung von Citronensäure im stippigen Gewebe von Apfelfrüchten jedenfalls in anderer Weise erfolgt als in chlorotischen Blättern nach den Vorstellungen von De Kock (l.c.).

Unabhängig davon, ob die vermehrte Bildung von Citronensäure und die Abnahme von Äpfelsäure an der Entstehung der Stippigkeit ursächlich beteiligt sind oder ob es sich nur um ein Symptom handelt, wie es Iljin bei der Kalkchlorose vermutet, scheint uns nach unseren bisherigen Beobachtungen die Veränderung des Calcium-Gehaltes und die damit verbundene Störung des Ionengleichgewichtes — ebenso wie bei der Kalkchlorose — eine wichtige Voraussetzung für die Bildung stippiger Zellverbände im Fruchtparenchym von Äpfeln zu sein.

#### Literatur

- De Kock, P. C., Chlorose und pflanzlicher Eisenbedarf. *Angew. Chemie* **67**, 667, 1955.
- Hilkenbäumer, F., u. G. Reinken, Erkenntnisse über das Auftreten der Stippigkeit bei Äpfeln im Jahre 1958 und vorbeugende Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung. *Erwerbsobstbau* **1**, 47, 1959.
- Hulme, A. C., Studies in the nitrogen metabolism of apple fruits. The climacteric rise in respiration in relation to the equilibrium between protein synthesis and breakdown. *J. Exp. Botany* **5**, 159, 1954.
- Iljin, W. S., Quantitative microanalysis of salts and organic acid in plants. *Bull. Assoc. Russe Rech. Sci., Prague. Sect. Sci. nat. et mathem.* **66**, Prag 1939.
- , Die Kalkchlorose der Pflanzen und ihre Biochemie. *Jahrb. wiss. Bot.* **90**, 464, 1942.
- , Metabolism of plants affected with lime-induced chlorosis. II. Organic acids and carbohydrates. *Plant and Soil* **3**, 339, 1951.
- , Id. III. Mineral elements. *Ibid.* **4**, 11, 1953.
- Smock, R. M., u. A. M. Neubert, Apples and apple products. New York 1950.
- Smock, R. M., u. A. van Doren, The histology of bitter pit in apples. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.* **35**, 176, 1937.
- Wortmann, J., Über die sogenannten „Stippen“ der Äpfel. *Landw. Jahrb.* **21**, 663, 1892.
- Zachariae, A., Untersuchungen über den Eiweißhaushalt von Äpfeln und Birnen in Abhängigkeit von verschiedenen Höhenlagen. *Mitt. Klosterneuburg* **8**, Ser. B, 1, 1958.



Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität  
Göttingen  
Direktor: Prof. Dr. A. Scheibe

## Über die Wirkung von Rotklee- und Weidelgraswurzeln auf die Entwicklung von *Trifolium pratense* L. und *Fusarium spec.*

(Vorläufige Mitteilung)

Von  
**Kord Baeumer**

In einem 7-jährigen Fruchtfolgeversuch zur Frage der Selbstverträglichkeit des Rotkleees wurde wiederholt beobachtet, daß Rotkleekeimpflanzen kurz nach dem Auflaufen wieder eingingen. Läsionen an der Wurzel und am Hypokotyl der betreffenden Pflanzen deuteten auf parasitäre Auflaufkrankheiten als Ursache hin. Gemessen an der Zahl der zu einem späteren Zeitpunkt noch vorhandenen Rotkleepflanzen traten diese Auflaufschäden am stärksten in denjenigen Versuchsgliedern auf, in denen der Rotklee am häufigsten angebaut worden war.

Schon Hiltner (1903) und später Schaeffler (1940) wiesen nachdrücklich auf die Bedeutung der parasitär verursachten Auflaufschäden beim Auftreten von sogenannten „Unverträglichkeitserscheinungen“ bei Leguminosen hin. Andererseits hat Cochran (1948) nachgewiesen, daß aus teilweise verrottetem Pflanzenmaterial Stoffe herausdiffundieren, die an jungen Wurzeln von *Raphanus sativus* ein den parasitären Schäden sehr ähnliches Bild („root-rot“) hervorrufen. Für die Möglichkeit nicht parasitär verursachter Schäden sprechen auch die Befunde von Regal (1949) und von v. Lohow (1956 und 1957). Letzterer wies nach, daß in das Keimbett eingemischte Wurzeln bzw. Grünmassen von Rotklee zwar nicht so sehr die Keimung, wohl aber die Entwicklung der ganz jungen Rotkleepflanzen hemmen und diese schließlich zum Absterben bringen können.

Auf Grund dieser Befunde ergaben sich in unserem Falle folgende Fragen:

1. Werden die beobachteten Schäden durch bodenbürtige Pilze oder durch ein im Boden wirksames, stoffliches Prinzip verursacht? Ein solches gegenüber Rotklee „toxisches Prinzip“ könnte in den Rückständen der Rotkleestoppeln oder -wurzeln enthalten und dann als entsprechende Substanzen durch fortgesetzten Anbau von Rotklee im Boden angereichert sein.
2. Falls das Vorhandensein pathogener Pilze nachgewiesen werden kann, ergibt sich die Frage: Ist das Ausmaß der Schäden durch die Art der Fruchtfolgerückstände bedingt?

Zur Prüfung der ersten Frage wurden aus kranken Rotkleekeimlingen Pilze isoliert und deren Pathogenität bei Rotklee nach der weiter unten beschriebenen Methode geprüft. Teilweise wurde diese Prüfung auch in Anwesenheit der ungestörten Mikroflora des Bodens vorgenommen, d. h. der Versuchsboden wurde vorher nicht sterilisiert. Unter beiden Versuchsbedingungen erwiesen sich einige der geprüften Isolate für den Rotklee als pathogen. Mit diesem Befund entfiel die Möglichkeit, daß die in unserem Fruchtfolgeversuch beobachteten Auflaufschäden beim Rotklee ausschließlich auf einem im Boden möglicherweise wirksamen toxischen Prinzip beruhen. Somit mußte die Frage nach der Einwirkung der „Rückstände“ verschiedener Vorfrüchte auf das Ausmaß der durch Pilze verursachten Auflaufschäden untersucht werden. Das geschah in einem Modellversuch, bei dem die Fruchtfolgerückstände durch größere Mengen von Rotklee- bzw. Weidelgraswurzeln dargestellt wurden, die dem Boden beigemischt waren. Unter den für Rotklee pathogenen Pilz-Isolaten wurde für diesen Versuch ein *Fusarium spec.* ausgesucht.

Da vermutet wurde, daß das N : C-Verhältnis der eingemischten Wurzelmassen für die Stärke der Infektion von Bedeutung sein könnte, wurden zusätzlich zwei Varianten aufgenommen, in denen das N : C-Verhältnis der Wurzeln durch Gaben von Ammoniumnitrat sowie eines Zellulose-Pektin-gemisches nachgeahmt wurde.

### Versuchsanlage

**Gefäßversuch:** In einer 2-faktoriell gemischten Serie wurden bei 4-facher Wiederholung folgende Varianten geprüft:

- A<sub>0</sub>: Ohne *Fusarium* (O h n e F)  
 A<sub>1</sub>: Mit *Fusarium* (M i t F)  
 B<sub>0</sub>: Ohne zusätzliche organische Substanz (K)  
 B<sub>1</sub>: Mit Rotkleewurzeln (R) } entsprechend 6,68 g  
 B<sub>2</sub>: Mit Weidelgraswurzeln (W) } Trockenmasse/Topf  
 B<sub>3</sub>: Zellulose-Pektingemisch und Stickstoff als NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>;  
 Mengen entsprechend der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffmenge der Rotkleewurzeln (NCR)  
 B<sub>4</sub>: Zellulose-Pektingemisch und Stickstoff als NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>;  
 Mengen entsprechend der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffmenge der Weidelgraswurzeln (NCW)

### Material und Methoden

**Versuchspflanzen:** 1. *Fusarium spec.* in einer etwa drei Wochen alten Reinkultur, auf Hirsekörnern als Substrat angezogen. Bei der Beimpfung des Bodens wurde neben jeden Kleesamen ein Hirsekorn mit dieser Reinkultur von *Fusarium spec.* gelegt. Die Kontrolle erhielt sterilisierte Hirse. 2. Lembkes Rotklee. Je Gefäß wurden 50, mit 0,1 %iger Sublimat-Lösung oberflächensterilisierte Kleesamen ausgesät.

**Gefäße:** 12-cm-Tontöpfe mit je 500 g Boden (50 % Sand + 50 % Lößlehm). Sterilisation vor Versuchsbeginn zweimal 45 Minuten im gespannten Wasserdampf bei 130° C. Während des Versuches wurden die Töpfe so gegossen, daß ein Durchwaschen der Töpfe vermieden wurde.

**Eingemischte Substanzen:** 1. Wurzeln von Rotklee und Welschem Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam.) aus einjährigen Feldbeständen. Das Material wurde zu Ende der Vegetationszeit (November) ausgegraben, gewaschen, mit dem Fleischwolf zerkleinert und bis zum Versuchsbeginn (25. 11. 1958) bei etwa -10° C eingefroren. Die Rotklee-wurzeln enthielten in der Trockensubstanz im Mittel 2,78 % N und 43,96 % C, die Weidelgraswurzeln 0,92 % N und 57,64 % C. 2. Zellulose (reinst) und Pektin (G 177 der Pomosin-Werke) wurden im Verhältnis 85 : 15 gegeben, Stickstoff als wäßrige Lösung von Ammoniumnitrat (reinst) in drei zeitlich gestaffelten Gaben.

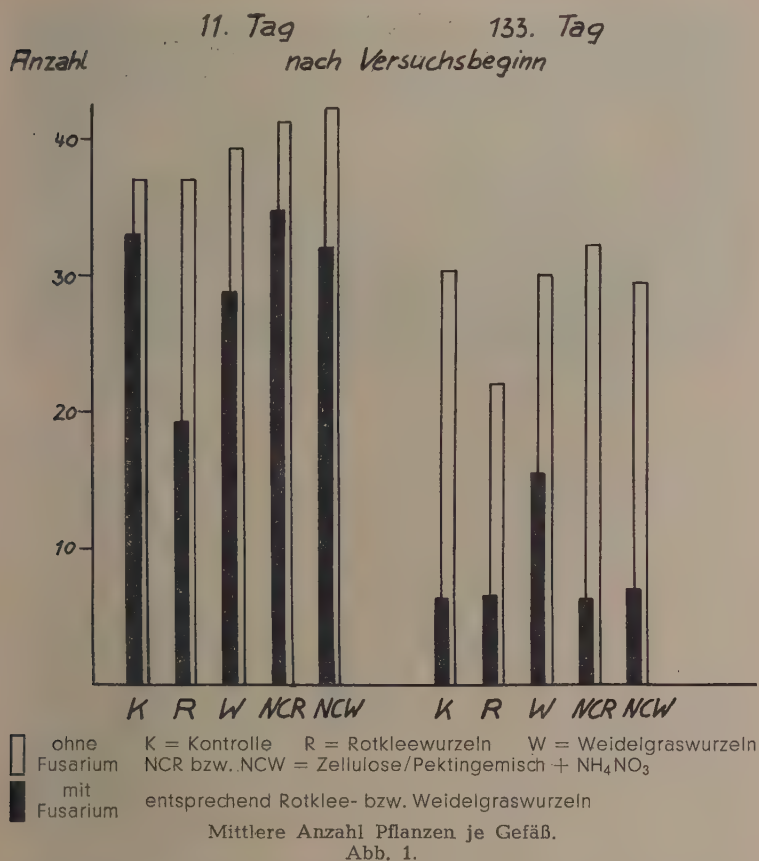
Das Einmischen der inerten Substanzen erfolgte nach der Sterilisation des Bodens unmittelbar vor der Aussaat des Rotklees.

### Ergebnisse

Die Zahl der auflaufenden sowie anschließend die Zahl der Pflanzen mit bzw. ohne Läsionen wurde regelmäßig festgestellt. Dabei zeigte sich, daß die Unterscheidung zwischen „gesund“ (ohne Läsionen) und „krank“ (mit Läsionen) für die Entwicklung des Pflanzenbestandes nicht von ausschlaggebender Bedeutung war. Mehrfach wurden Pflanzen mit teilweise vermorschtem Sproß beobachtet, die durch Bildung von Seitenwurzeln die Infektion überwinden konnten. Deshalb ist in der folgenden graphischen Darstellung nur die Zahl der überlebenden Pflanzen festgehalten worden (Abb. 1).

Schon zu Beginn des Versuches (11. Tag) wies die Variante „Rotklee-wurzeln mit *Fusarium*“ (R) eine erheblich und signifikant geringere Anzahl überlebender Pflanzen auf als die anderen Behandlungen der Reihe. Da die Zugabe von Rotklee-wurzeln in der Reihe „ohne *Fusarium*“ zu diesem Zeitpunkt noch ohne Einfluß blieb, kann geschlossen werden, daß die Beimengung von Rotklee-wurzeln fördernd auf den Infektionsvorgang, und zwar vermutlich unmittelbar bei der Keimung eingewirkt hat. Am 30. Versuchstage wurde der negative Einfluß der Beimengung von Rotklee-wurzeln auch in der Reihe „ohne *Fusarium*“ sichtbar. Die Sterblichkeit der Pflanzen war signifikant höher als in den übrigen Behandlungen.

Im Gegensatz dazu zeigte sich zu diesem Zeitpunkt in der Variante „Weidelgraswurzeln mit *Fusarium*“ (W), daß die Infektion durch *Fusarium* deutlich gehemmt war. Die Zahl der lebenden Pflanzen war signifikant höher als bei den anderen Behandlungen dieser Reihe und blieb es auch bis zum Versuchsende nach 133 Tagen. Ohne spezifischen Einfluß blieb dagegen die Einmischung des Zellulose-Pektingemisches. Die Anzahl der Pflanzen am 133. Tag, d. h. zum Zeitpunkt des ersten Schnittes, entsprach völlig derjenigen am 30. Tag, allerdings mit der Einschränkung, daß in allen Behandlungsreihen eine weitere geringfügige Verminderung der Pflanzen eingetreten war.



Die Ergebnisse des 1. Schnittes (Tabelle 1) entsprechen weitgehend den Zahlen der überlebenden Pflanzen.

Tab. 1. Mittlerer Rotklee-Ertrag beim 1. Schnitt in g Trockenmasse je Gefäß nach 133 Tagen.

	K <sup>1)</sup>	R	W	NCR	NCW	Gesamtdurchschnitt
Ohne F	4,32	3,82	5,00	3,22	3,47	3,97
	GD: 1,42*		1,94**			GD: 1,50**, 3,19***
Mit F	1,67	2,25	4,70	0,82	1,52	2,19
Gesamt- durchschnitt	3,00	3,04	4,85	2,10	2,50	
	GD: 1,01*		1,37**, 1,83***			

<sup>1)</sup> Abkürzungen: siehe im Abschnitt Versuchsanlage S. 47.

<sup>2)</sup> GD: Grenzdifferenz für P = 5% (\*), 1% (\*\*), 0,1% (\*\*\*).



Signifikant höhere Erträge ergaben nur die Varianten „mit Weidelgraswurzeln“ (W). In der Reihe „ohne *Fusarium*“ brachten die Varianten mit Zellulose-Pektingemisch einen gesicherten Minderertrag. Es ist möglich, daß in diesen Fällen der hohe Zelluloseanteil zu einer mikrobiellen Festlegung des Stickstoffs geführt hat und daß der Minderertrag eine Folge von Stickstoffmangel war. Es darf nicht verwundern, daß die mit diesen beiden Varianten beabsichtigte Klärung der Frage, ob das N:C-Verhältnis der Wurzelmassen einen Einfluß auf die Entwicklung von Rotklee bzw. *Fusarium* hat, zu keinem Ergebnis geführt hat; denn es entsprechen weder das Ammoniumnitrat noch das gewählte Zellulose-Pektin-Verhältnis den Inhaltsstoffen, die vermutlich in den Wurzeln bei der Einmischung vorhanden waren.

Die erzeugte Trockenmasse je Einzelpflanze war in den einzelnen Varianten ohne signifikante Unterschiede, außer, daß der größere Standraum je Pflanze in der Reihe „mit *Fusarium*“ zu einer Erhöhung des Einzelpflanzenertrages geführt hat.

Als wesentlichstes Ergebnis dieses Versuches ist zunächst festzuhalten, daß die Beimengung sowohl von Rotklee- als auch von Weidelgraswurzeln offenbar eine spezifische Wirkung nicht nur auf die Entwicklung des Rotklees, sondern auch auf die des *Fusarium*-Pilzes ausübt. Das Ausmaß der Auflaufkrankheit, das durch *Fusarium spec.* verursacht wird, ist von der Art der „Fruchtfolgerückstände“ abhängig. Wie das zustande kommt, ist bei der Art der Anlage des hier dargestellten Versuches nicht zu erkennen. Es ist denkbar, daß die den eingemischten, insterilen Wurzeln anhaftende epiphytische Flora die Ergebnisse entscheidend beeinflusst hat, sei es über antibiotische Wirkstoffe, oder aber über zusätzliche parasitäre Erscheinungen. Um festzustellen, ob es sich bei den durch die Wurzelbeimengung festgestellten Einflüssen um ein unmittelbar den Wurzeln eigenes „stoffliches Prinzip“ handelt oder nicht, wurden die nachfolgend beschriebenen Versuche mit keimfreien Kaltwasser-Extrakten aus den Wurzeln angestellt. Es wurde die Wirkung der Extrakte sowohl auf das Wachstum des *Fusarium*-Isolates als auch auf den Keimverlauf des Rotklees geprüft.

#### A. Versuche mit *Fusarium spec.*

Methodisches: Entsprechend dem Vorgehen von Grobmann (1954) wurden je 2 g der im Topfversuch benutzten Wurzelmassen in Biomalz-Agar (2 % Agar, 2 % Biomalz, 0,25 % Pepton; Kontrolle zusätzlich 50 mg Pepton je Schale; je Petrischale 20 ccm Biomalz-Agar) eingemischt und anschließend im gespannten Wasserdampf 30 Min. bei 130° C sterilisiert. Die Beimpfung erfolgte wiederum mit je einem Hirsekorn, auf dem die Reinkultur des Isolates angezogen war. Versuchsdauer = 6 Tage; Temperatur: 20° C  $\pm$  1,5° C; 5 Wiederholungen.

Wie Abb. 2 zeigt, rufen die Weidelgraswurzeln — im Gegensatz zu Rotklee- und Wundklee- — bei den Kolonien von *Fusarium spec.* starke morphologische Differenzierungen im Wachstum hervor. Es wurde kaum Luftmycel gebildet, im Agrar waren die Hyphen jedoch normal entwickelt. Nach Beendigung des Versuches wurden die mittleren Koloniedurchmesser je Petrischale festgestellt. Zwischen Kontrolle und „Weidelgraswurzel“ wurde keine signifikante Differenz fest-

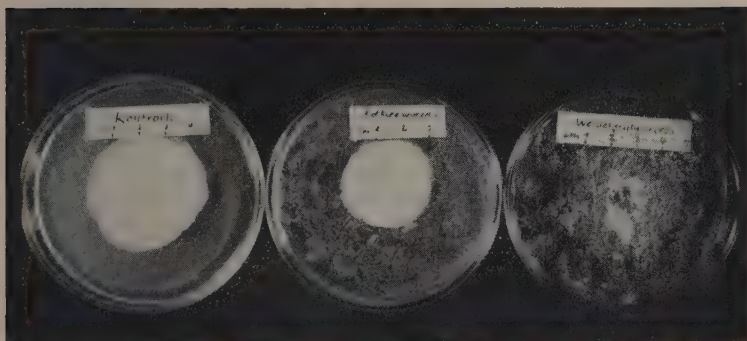


Abb. 2. Die Entwicklung von *Fusarium spec.* auf Biomalt-Agar mit eingemischten Wurzeln von Rotklee und Weidelgras. Von links nach rechts: Kontrolle, Rotklee, Weidelgras.

gestellt, dagegen verursachte die Beimengung von Rotkleewurzeln eine signifikante Verminderung des Durchmessers. Offenbar sagt der mittlere Durchmesser der Kolonie nichts über den Einfluß der beigegebenen Wurzelmassen aus, der hier eindeutig nur in einer morphologischen Differenzierung des Kolonienwachstums sichtbar wird. Um diese Unterschiede im Wachstum quantitativ zu erfassen, wurde im folgenden Versuch die erzeugte Trockensubstanz des in einer Nährlösung unter Zugabe von wässrigen Wurzelextrakten gezogenen *Fusarium*-Pilzes bestimmt.

Die schon im Topfversuch benutzten Wurzelmassen wurden 24 Stunden bei Zimmertemperatur mit destilliertem Wasser (1 Teil Wurzeltrockensubstanz auf 10 Teile Wasser) ausgezogen, der Extrakt klar zentrifugiert und mit einem Jenaer Ganzglas-Bakterienfilter G 5 m steril filtriert. In 500-ml-Erlenmeyerkolben wurde je 100 ml einer Nährlösung gegeben, die 3% Biomalt, 3% Glucose, 1% Pepton und 0,3%  $K_2HPO_4$  enthielt. Nach der Sterilisation im gespannten Wasserdampf wurde zu jedem Gefäß 10 ml des sterilen Wurzelextraktes bzw. zur Kontrolle 10 ml steriles Wasser gegeben, anschließend mit einem Hirsekorn mit der Reinkultur des *Fusarium*-Isolates beimpft. Nach 12 Tagen (Temperatur  $21^\circ C \pm 1,5^\circ C$ ) wurde das gebildete Mycel mit Aqua dest. klar gewaschen und anschließend bis zur Gewichtskonstanz bei  $105^\circ C$  getrocknet. Die Zahl der Wiederholungen betrug 8.

Der Zusatz von Rotkleewurzel-Extrakt ergab im Mittel einen Trockensubstanzertrag von 678,2 mg/Gefäß, von Weidelgraswurzel-Extrakt 410,7 mg, von Wasser allein 355,8 mg/Gefäß. Die Unterschiede zwischen den beiden letztgenannten Behandlungen liegen noch im Fehlerbereich, dagegen ist der Mehrertrag durch Rotklee-Extrakt-Zugabe signifikant. Bei der reichlichen Ernährung des Pilzes durch die Nährlösung dürfte eine reine Nährstoffwirkung kaum in Betracht zu ziehen sein. Auch ist — im Gegensatz zum vorherigen Versuch — durch die Kaltsterilisation eine Veränderung der Stoffe in den Extrakten unwahrscheinlich. Es liegt also nahe anzunehmen, daß das unterschiedliche Wachstum des Pilzes durch spezifische Stoffe der Wurzeln verursacht wird. Diese Stoffe sind wasserlöslich und es ist anzunehmen, daß sie auch im Boden aus den Wurzelrückständen herausdiffundieren und damit wirksam werden.

Faßt man die Ergebnisse beider Versuche zusammen, so läßt sich die Frage nach einer unmittelbaren stofflichen Wirkung der Wurzeln auf das Wachstum unseres *Fusarium*-Isolates bejahend beantworten. Danach fördern Rotkleewurzeln deutlich das Mengenwachstum des von uns geprüften *Fusarium*-Pilzes. Weidelgraswurzeln dagegen können einen gewissen Einfluß auf die Wuchsform des Isolates haben. Es ist indessen selbstverständlich, daß unsere Versuchsmethode noch keinen unmittelbaren Schluß auf das Verhalten des Pilzes unter den Bedingungen des ungestörten Bodens zuläßt.

## B. Keimversuche mit Rotklee

In dem nachstehend beschriebenen Versuch sollten Anhaltspunkte gewonnen werden, ob auch die Keimung des Rotklee durch ein den Rotklee- bzw. Weidelgraswurzeln eigenes, stoffliches Prinzip beeinflusst wird. Um eine störende Verpilzung auszuschalten, wurde der Versuch unter möglichst keimfreien Bedingungen durchgeführt. Geprüft wurden wiederum die schon genannten keimfreien Kaltwasser-Extrakte aus Rotklee- bzw. Weidelgraswurzeln. Als Kontrolle diente Aqua dest.

Petralschalen mit Filtrierpapierscheiben wurden trocken sterilisiert, dann je Schale 5 ccm Wurzel-Extrakt bzw. Aqua dest. gegeben und 50 oberflächensterilisierte Rotkleesamen eingekeimt. Die Schalen blieben während der sechstägigen Versuchsdauer geschlossen, um die Sterilität zu wahren. Die am 6. Tag erreichte Länge der Keimlinge zwang zum Abbruch des Versuches. 5 Wiederholungen; Temperatur  $21,0^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ .

Tabelle 2 gibt die mittlere Anzahl der gekeimten Samen sowie die mittlere Länge der Keimlinge, gemessen von der Wurzelspitze bis zum Ansatz der Keimblätter, wieder.

Tab. 2. Keimung des Rotklee in wäßrigen Extrakten von Rotklee- bzw. Weidelgraswurzeln nach 6 Tagen.

	Kontrolle	Rotklee- wurz- Extrakt	Weidelgras- wurz- Extrakt	Grenz- differenz
Ø Zahl gekeimter Pflanzen/Gefäß	37,2	12,6	36,6	11,79***
Ø Länge der Keimlinge in mm	33,4	11,8	32,6	7,37***
Ø Keimgeschwindigkeit in Tagen*)	1,00	5,24	2,16	1,02***

Bei allen verwendeten Kriterien zeigte der Rotkleewurzel-Extrakt einen stark hemmenden Einfluß. Da der Versuch am sechsten Tage abgebrochen werden mußte, kann über den weiteren Verlauf der Keimung und des Längenwachstums keine Aussage gemacht werden. Von größter Bedeutung erscheint uns die Beobachtung, daß der Einfluß des Rotkleewurzel-Extrak-

\*) Die Werte für die Keimgeschwindigkeit sind einer 2. Versuchsserie entnommen, die zwar nicht unter sterilen, aber sonst gleichen Bedingungen durchgeführt wurde.

tes vor allem in einer Verzögerung der Keimung liegt. Dies geht besonders deutlich aus den Werten für die mittlere Keimgeschwindigkeit hervor, die in einer zweiten gleichgearteten Versuchsreihe quantitativ erfaßt wurde.

Zusammengefaßt läßt sich also sagen, daß unter den gewählten Bedingungen die Keimung des Rotkleees durch wasserlösliche Inhaltsstoffe der Rotkleewurzeln, offenbar aber nicht durch entsprechende Inhaltsstoffe der Weidelgraswurzeln nachteilig beeinflußt wird.

### Diskussion

Die Ergebnisse der Versuche mit wässrigen Wurzel-Extrakten lassen eine erste Deutung der in dem Topfversuch gewonnenen Befunde zu. Es ist danach möglich, daß aus den eingemischten Rotkleewurzeln Stoffe herausdiffundieren, welche sowohl die Keimung als auch Anfangsentwicklung der jungen Rotkleepflanzen hemmen. Diese Verzögerung bietet dem *Fusarium*-Isolat länger die Möglichkeit, die auskeimenden Rotkleewurzeln zu infizieren. Auch eine Förderung des Pilzes durch Rotkleewurzeln ist in Betracht zu ziehen, wenn auch das vermehrte Mycelwachstum des von uns verwendeten *Fusarium spec.* in dem Versuch mit den wässrigen Extrakten nicht unbedingt mit einer erhöhten Infektionstüchtigkeit gleichzusetzen ist. Die Einmischung von Weidelgraswurzeln scheint dagegen hauptsächlich das Rotkleewachstum zu fördern. Eine Verkürzung der Phase, in der die jungen Rotkleepflanzen von *Fusarium spec.* infiziert werden können, würde dann zwangsläufig eine höhere Überlebensrate zur Folge haben. Aber auch in diesem Falle kann man unter Umständen mit einer direkten Beeinflussung des *Fusarium*-Isolates durch die eingemischten Weidelgraswurzeln rechnen.

Als wesentlichstes Ergebnis unserer Versuche erscheint uns der erbrachte Nachweis, daß die Art der Vorfrucht — in unserem Topfversuch dargestellt durch die Einmischung verschiedener Wurzelmassen — einen sehr verschiedenen Einfluß auf die Höhe der Auflaufschäden bei nachfolgendem Rotklee haben kann. Eine Anreicherung des Bodens mit Rotkleerückständen kann einmal unmittelbar auf die Keimung des Rotkleees selbst, zum anderen aber auch auf die Entwicklung eines bei Rotkleekeimlingen parasitären Pilzes einwirken. Welches der beiden Momente im Freiland das vorherrschende ist, läßt sich nicht erkennen. Sichtbar wird immer nur das Ergebnis des Zusammenspieles beider Momente: die mehr oder minder hohe Bestandesdichte des Rotkleees, die in bestimmten Bereichen zum wesentlichsten Faktor der Ertragsbildung wird.

Inwieweit sich die Ergebnisse dieser Modellversuche überhaupt auf die im Felde herrschenden Bedingungen übertragen lassen, sei dahingestellt. Zu bedenken ist, daß die im Topfversuch gegebene Menge Rotkleewurzeln mehr als das Zehnfache dessen ausmacht, was nach einem normalen einjährigen Anbau von Rotklee als Rückstand im Boden verbleibt. Doch ist es im Falle unseres Fruchtfolgeversuches durchaus denkbar, daß der zum Zeitpunkt der Isolation des *Fusarium spec.* seit sechs Jahren dauernde Anbau von Rotklee — unter Einhaltung der Winterbrache — ähnliche Schadwirkungen hervorgerufen hat.



Eine eindeutige Klärung des sich aus den Versuchen ergebenden Sachverhaltes ist erst möglich, wenn die in den Rotkleewurzeln wirksamen Stoffprinzipien selbst, ihre chemische Zusammensetzung und vor allem auch ihre Konzentration im Boden bekannt sind. Insofern sind die dargestellten Ergebnisse nur als vorläufige zu werten. Die notwendigen Arbeiten zur Isolation der Stoffe, die nach unseren Befunden die Keimung und Entwicklung des Rotklees und des *Fusarium spec.* offenbar beeinflussen, sind in Angriff genommen.

### Zusammenfassung

Ausgehend von Beobachtungen in einem siebenjährigen Fruchtfolgeversuch zum Problem der Selbstverträglichkeit des Rotklees wurde in einem Gefäßversuch die Frage aufgegriffen, ob eine Abhängigkeit der bei Rotkleekeimlingen beobachteten parasitär verursachten Auflaufschäden von den Rückständen der Vorrucht im Boden besteht. Als Versuchsobjekt diente ein aus einem typisch kranken Rotkleekeimling isoliertes *Fusarium spec.*

Es konnte festgestellt werden, daß die Pathogenität des *Fusarium spec.* durch Einmischen von Rotkleewurzeln in den Boden verstärkt, durch eingemischte Weidelgraswurzeln dagegen vermindert wird.

Zu einem späteren Zeitpunkt hatten die eingemischten Wurzelmassen auch eine von der Infektion unabhängige Wirkung auf die Entwicklung des Rotklees. Die Einmischung von Rotkleewurzeln bewirkte hauptsächlich eine höhere Sterblichkeit der jungen Rotkleepflanzen, die eine allerdings nicht signifikante Verminderung des Rotkleeertrages zur Folge hatte. Die Einbringung von Weidelgraswurzeln bewirkte eine Erhöhung des Ertrages.

In weiteren Versuchen mit wäßrigen, keimfreien Extrakten aus den im Versuch verwendeten Wurzeln konnte nachgewiesen werden, daß eine unmittelbare stoffliche Beeinflussung durch die Wurzelmassen sowohl bei Rotklee als auch bei *Fusarium spec.* gegeben war.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir verbindlichst für die Unterstützung der Untersuchungen.

Besonderen Dank schulden wir den Herren Prof. Dr. W. H. Fuchs, Dr. A. Gärtner und Dr. F. Grossmann (alle Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Universität Göttingen), die uns mit Ratschlägen und Kritik halfen.

### Literatur

1. Cochrane, V. W., The role of plant residues in the etiology of root rot. *Phytopathology* **38**, 197—204, 1948.
2. Garret, S. D., *Biology of root-infecting fungi*. Cambridge, 1956.
3. Grossmann, F., Das saprophytische und parasitische Wachstum von *Ophiobolus graminis* Sacc. unter dem Einfluß verschiedener Fruchtfolgepflanzen und -maßnahmen. *Phytopath. Ztschr.* **22**, 35—70, 1954.
4. Hiltner, L., Die Keimungsverhältnisse der Leguminosen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung. *Arb. Biol. Abt., Kais. Gesundheitsamt, Berlin*, **3**, 1—102, 1903.

5. Lochow, J. v., Untersuchungen über die echte Kleemüdigkeit. 1. Mitt. Die Hemmung des Rotkleees durch frische Pflanzenmassen und die Beständigkeit dieser Hemmung, festgestellt in Gefäßversuchen. Ztschr. Acker-, Pfl.bau **101**, 183—192, 1956.  
—, Untersuchungen über die echte Kleemüdigkeit. 2. Mitt. Das anfällige Entwicklungsstadium des Rotkleees. Ibidem **103**, 333—336, 1957.
7. Rademacher, B., Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. Handb. d. Pflanzenphysiologie **11**, 655—696, Berlin, 1959.
8. Regal, V., The influence of a water-extract of red clover on the germination of different plants. Sborn. Ceskosl. Akad. Zemed. **22**, 84—92, 1949; zit. Herb. Abstr. 1950.
9. Schaeffler, H., Ergebnisse von Selbstverträglichkeitsversuchen mit Rotklee. I. Prakt. Bl. Pfl.bau u. -schutz **18**, 133—200, 1940.

## Besprechungen aus der Literatur

**Penningsfeld, F.**, Die Ernährung im Blumen- und Zierpflanzenbau.

Paul Parey-Verlag, Hamburg und Berlin, 1959. 217 S., 63 Abb. u. 9 graph. Darst. i. Text, 64 Farblichtbilder auf 16 Taf. Ganzl. 38,— DM.

Für den Gartenbauberater und den praktischen Gärtner, also nicht für wissenschaftliche Institutionen — worauf betont hingewiesen wird — ist das vorliegende Buch mit dem recht umfassenden Titel erschienen. Es enthält im wesentlichen eine Zusammenfassung der vom Verf. bereits an anderen Stellen veröffentlichten Ergebnisse von Düngungsversuchen der letzten zehn Jahre aus dem Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung der Staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Weihenstephan, bei der leider die Ergebnisse anderer Autoren lediglich in einem kurzen Schlußkapitel etwas berücksichtigt werden.

Als Substrat wurde Quarzsand bzw. ein Torf-Sand-Gemisch oder reiner Torf verwendet, gelegentlich auch sog. Praxiserde, leider aber in keinem Fall die in den modernen Gartenbau doch bereits weitgehend eingeführte Fruhstorfersche Einheitserde. In den Sand- und Torf-Sand-Versuchen wurde nur mit Nährlösungen, und zwar „dem Bedarf der Kultur entsprechend, im Sommer täglich, im Winter alle 2—3 Tage“ reichlich gedüngt (kein Gießen mit Regen- oder dest. Wasser), in den Torfversuchen dagegen zu Beginn eine bestimmte „Grunddüngung“ in den Torf eingearbeitet und später der Entwicklung der Pflanzen entsprechend flüssig nachgedüngt (wie oft, ist nicht in jedem Fall angegeben), sonst mit Regen- oder dest. Wasser gegossen. In diesen Torfversuchen wurden 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 5,0 g „Voll-dünger“/l Torf gegeben, wobei sich diese „Voll-dünger“ I bis VI z. T. in dem N : P : K (: Ca : Mg : Fe)-Verhältnis, z. T. bei Konstanz dieses Nährstoffverhältnisses in der Gesamtkonzentration unterschieden. Für die Flüssigkeitsdüngung benützte Verf. entsprechend angesetzte Nährlösungen (Bezeichnung A bis F), die sich aus Handelsdüngern bzw. „Chemikalien“ zusammensetzen. Schließlich wurden auch Mangelversuche für Makro- und Mikronährstoffe angesetzt.

Untersucht wurden, allerdings nicht nach dem einleitend besprochenen Gesamtprogramm, 37 — wohl die wichtigsten — Arten des Zierpflanzenbaus, z. T. in verschiedenen Sorten. Die Versuche wurden mit 3—4 Wiederholungen mit einer für eine derartige Fragestellung jedoch kaum ausreichenden Anzahl von Pflanzen (meist 8—12 Pflanzen/Wiederholung) durchgeführt. Es ist aus den Protokollen auch nicht zu entnehmen, ob die Versuche in den aufeinander folgenden Jahren, also unter veränderten Außenbedingungen, überhaupt wiederholt wurden. Dies wäre aber sehr wichtig zu wissen gewesen, da zu den allgemeinen Kulturanweisungen lediglich folgendes gesagt wird: „Man bemühte sich, die gleichen Kulturzeiten und Kulturbedingungen, wie sie im Erwerbsbetrieb üblich sind, einzuhalten“ (S. 14). Diese sind aber leider bisher noch durchaus nicht standardisiert und unterscheiden sich von Betrieb zu Betrieb recht erheblich. Allgemeingültig dürfte lediglich sein, daß zumindest in den gärtnerischen Großbetrieben die Kulturen bis an die Grenze der Überdüngung gedüngt werden. Insofern sind die in den zahlreichen, nicht immer sehr gut reproduzierten Farbphotos dargestellten Überdüngungssymptome für den Praktiker wohl wichtiger als die Mangelsymptome. Die dem Verf. wichtigsten Ergebnisse werden jedoch

in etwa 120 Tabellen ausgewertet, d. h. die für die betreffende Nährlösung als typisch betrachteten Werte für die geerntete Frischsubstanz, die Anzahl der Blumen usw. auf eine Dezimale, die in diesen Organen festgestellten Mineralsalze als Nährstoffgehalt auf zwei Dezimalen genau zusammengestellt. Da zumindest der Praktiker kaum imstande sein kann, den Gesamttext zu lesen, wird das für ihn an sich allein Wichtige und nach Ansicht des Verf. Allgemeingültige in wenigen Zeilen — auffällig von dem anderen Text abgehoben — für jede Kulturart zusammengestellt. Dafür hätte man sich aber auch insgesamt auf diese Zeilen beschränken können.

U. R u g e, Hannover

**Schmithüsen, J.,** Allgemeine Vegetationsgeographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. Band IV. Walter de Gruyter u. Co., Berlin, 1959. XVIII, 261 S., 82 Abb., 12 Tab., 32 Bilder u. 1 Farbtafel. 28,— DM.

Die Erscheinungen, die mit der Verbreitung der Pflanzen und ihrer Beziehungen zur Umwelt zusammenhängen, werden in diesem Werk vorwiegend vom Standpunkt der Geographie aus behandelt. Die Überschrift der Einleitung lautet in diesem Buch: „Die Vegetation als Forschungsgegenstand der Geographie“. Auf Grund dieser Betrachtungsweise werden beispielsweise die kartographischen Darstellungen der Areale, die Verbreitung der Arten und Vegetationseinheiten und ihre Physiognomie ausführlich und bevorzugt beschrieben. Die Wuchsformen der Pflanzen und die Pflanzenformationen als Vegetationseinheiten nach ihrer äußeren Gestalt werden eingehend dargestellt. Weniger ausführlich sind dagegen die Methoden und Ergebnisse experimenteller geobotanischer Untersuchungen und auch der Erfassung der vollständigen Artenkombinationen der Vegetationseinheiten behandelt worden, obwohl diese Gebiete keineswegs übergangen werden. Prinzipien der Erfassung der Artenzusammensetzung von Pflanzengesellschaften und der entsprechenden Tabellenbearbeitung sind hierbei auf den Seiten 85—93 behandelt worden.

Durch in neuerer Zeit besonders eingehend bearbeitete geobotanische Forschungsrichtung wird eine unterschiedliche Betrachtungsweise der Vegetation durch Geographen einerseits und Botaniker andererseits in vieler Hinsicht gefördert. Der immer stärkere Ausbau der experimentellen Geobotanik sowohl auf ökologischem als auch auf experimentell soziologischem Gebiet und die Verfeinerung der Differenzierung der Vegetationseinheiten auf Grund ihrer gesamten floristischen Zusammensetzung einschließlich der Kryptogamen haben zu Arbeitsweisen geführt, deren Beherrschung so umfassende Grundlagen aus den Bereichen der Pflanzenphysiologie und der Kenntnis der Arten und subspezifischen taxonomischen Einheiten erfordert, wie sie nur Geographen zur Verfügung stehen können, die sehr weitgehendes Spezialwissen auch in der Botanik besitzen.

Jedoch sind es nicht primär diese Schwierigkeiten, die den Verfasser zu einer speziellen geographischen Betrachtungsweise der Vegetation veranlassen. Er stellt bei der Untersuchung der Vegetation den geobiologischen Gesichtspunkt dem biogeographischen gegenüber. Aufgabe der Geobotanik als biologischer Forschungsrichtung ist nach Schmithüsen die Untersuchung der Pflanzensippen und Pflanzengesellschaften nach ihrer Verbreitung und der Abhängigkeit der Lebensbedingungen. „Die Vegetationsgeographie als erdkundlicher Forschungszweig untersucht und beschreibt“ dagegen nach der Formulierung des Verfassers „das Pflanzenkleid der Erde



nach seiner Bedeutung für den Charakter der Erdgegenden. Nicht Pflanzen oder deren Gemeinschaften sind für sie das eigentliche Forschungsobjekt, sondern Länder und Landschaften und deren Ausstattung mit Vegetation“.

Die Hauptteile des Werkes sind: I. Die Sippen und ihre Verbreitung (S. 13—29). II. Die Wuchsformen der Pflanzen (S. 30—52). III. Die Ursachen der räumlichen Ordnung der Sippen und Wuchsformen (S. 53—75). IV. Die Einheiten der Vegetation (S. 76—120). V. Die Vegetation in der Landschaft (S. 121—155). VI. Die Verbreitung der Vegetationseinheiten (S. 156—162). VII. Die strukturelle vegetationsräumliche Gliederung (S. 163—173). VIII. Landschaftliche Vegetationskomplexe (S. 174—180). IX. Die klimatischen Vegetationszonen (S. 181—231). Eine große Anzahl von Karten und Abbildungen veranschaulicht die Darstellungen.

R. Knapp, Gießen

**Mansfeld, R.,** Vorläufiges Verzeichnis landwirtschaftlich oder gärtnerisch kultivierter Pflanzenarten (mit Ausschluß von Zierpflanzen). Die Kulturpflanze, Beiheft 2. Akademie-Verlag, Berlin, 1959. 659 S. Brosch. 65,— DM.

Mansfeld führt in diesem Verzeichnis rund 1430 Pflanzenarten in systematischer Anordnung auf, die irgendwo in der Welt landwirtschaftlich oder gärtnerisch kultiviert werden oder wurden. Wie aus dem Titel hervorgeht, sind in dem Verzeichnis nur kultivierte Nutzpflanzen, dagegen nicht genutzte Wildpflanzen enthalten; es sind weiterhin in erster Linie oder ausschließlich als Zierpflanzen dienende Arten ausgenommen und es werden forstlich wichtige Spezies nicht berücksichtigt. Zu allen Gattungs- und Artnamen werden die wichtigsten Synonyme gebracht. Bei den Spezies werden außerdem einige Volksnamen angeführt. Es folgen knappe Angaben über das Verbreitungs- und Anbauggebiet, die Nutzung, Geschichte und Abstammung. Der Name des Autors bürgt dafür, daß die Nomenklatur so weit wie irgend möglich dem Internationalen Code gerecht wird. Der Verfasser nennt dieses Verzeichnis ein vorläufiges, in dem man wahrscheinlich die eine oder andere Art vermisst; er schätzt die Zahl der tatsächlich kultivierten Arten auf 1700—1800. Zweifellos läßt sich das Verzeichnis noch erweitern, zumal es hin und wieder kaum mit Sicherheit zu entscheiden sein dürfte, inwieweit eine Pflanze der gewählten Definition in jeder Weise gerecht wird. Solche Zweifel werden sich vor allem bei manchen Pflanzen ergeben, deren sich die moderne Heilkunde wieder mehr erinnert (*Primula*, *Convallaria* usw.). Aber selbst dieses „vorläufige“ Verzeichnis ist schon so umfassend und bringt auf denkbar knappem Raum eine solche Fülle wertvoller und wissenschaftlicher Angaben, daß man dem Verfasser dafür Hochachtung und Dank zu zollen hat. Eine derart erschöpfende Darstellung der Nutzpflanzen und ihrer wichtigsten Daten gibt es ja sonst in der ganzen Weltliteratur nicht, von der Zusammenstellung von *Akemi* abgesehen, die aber in japanischer Sprache verfaßt ist und in mancher Hinsicht Mängel aufweist. Für jeden Biologen stellt Mansfelds Verzeichnis eine unerschöpfliche Fundgrube dar. Man ist immer wieder überrascht, wieviel man von den uns doch so unmittelbar angehenden Nutzpflanzen nicht weiß. Das beginnt bereits bei den Pilzen (sollte man hier nicht auch die zur Antibiotika-Gewinnung kultivierten Arten berücksichtigen?), gilt aber dann gleicherweise für die höheren Pflanzen, wo man immer wieder auf bemerkenswerte Angaben stößt, die einem neu oder zumindest oft genug entfallen sind. Speziell für den angewandten Botaniker, den Pflanzenbauer, Züchter, Pharmakognosten usw. ist Mansfelds Werk ein Geschenk, das gar nicht hoch genug eingeschätzt und dessen Anschaffung wärmstens

empfohlen werden kann. — Eine Anregung: Ließe sich in einer künftigen Auflage nicht vielleicht der Index der lateinischen Namen übersichtlicher gestalten, indem die Gattungsnamen durch Fettdruck herausgehoben werden?

Hassebrauk, Braunschweig

**Handbuch der Pflanzenphysiologie — Encyclopedia of Plant Physiology.** Hrsg. W. Ruhland in Gemeinschaft mit verschiedenen Fachgelehrten. Bd. XI: Heterotropie. Redigiert v. K. Mothes. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1959. XXV, 1033 S., 330 Abb., Gr.-8°. Ganzl. 248,— DM (Subskriptionspreis 198,40 DM).

Die Heterotrophie im Pflanzenreich gehört zu den ökologisch wie physiologisch fesselndsten Erscheinungen. Mit besonders großer Erwartung haben daher weite Kreise, gerade auch angewandt botanischer Forschung, einer modernen Zusammenfassung und Sichtung unseres Wissens auf diesem vielschichtigen Gebiet entgegengesehen. Die Erwartungen sind nicht enttäuscht worden; bringt doch dieser stattliche Band eine nahezu unübersehbare Fülle bemerkenswerter physiologischer und ökologischer Erkenntnisse und zeigt andererseits, wie viele Probleme auf diesem Sektor noch der Erforschung harren.

Zu den wichtigsten und fruchtbarsten Methoden der modernen Stoffwechselforschung gehört heute das Studium der heterotrophen Lebensweise als einer abgeleiteten Erscheinung bei spontanen und induzierten Mutanten von Mikroorganismen, für das die klassischen Untersuchungen von Beadle und Tatum an *Neurospora crassa* den Weg geöffnet haben. Nach den einführenden Worten von Mothes ist daher mit Recht ein Kapitel über „The use of mutants in the study of metabolism“ (Vogel und Bonner) an den Anfang des Bandes gestellt worden.

Von Härtel werden unsere vielfach noch recht lückenhaften Kenntnisse über den Erwerb von Wasser und Mineralsalzen durch Hemiparasiten zusammengefaßt, die wegen ihrer bemerkenswerten Beziehungen zu den Holoparasiten in diesem Bande nicht ganz übergangen werden konnten.

In dem Abschnitt „Physiologisch-chemische Fragen der Heterotrophie“ stellt Kisser zunächst die Kulturmethode mit organischen Verbindungen dar; Härtel behandelt den ökonomischen Koeffizienten; Phaff und Vogel berichten über Enzymausscheidung und Enzymadaption, Nielsen über die Stickstoffheterotrophie bei Mikroorganismen. Ein besonders interessantes Kapitel ist den bei der Organ- und Gewebekultur auftretenden Problemen gewidmet (Street).

Das Kernstück des Bandes bildet der große Abschnitt „Biologie der Heterotrophen“, der die ungeheure Vielfalt der sich hier auftuenden physiologischen und ökologischen Fragen widerspiegelt. Viele Kapitel dieses Abschnittes werden um so größeres Interesse finden, als sie sonst fehlende neuzeitliche Zusammenfassungen des einen oder anderen Teilproblems darstellen und in ihnen überdies zu wichtigen prinzipiellen Fragen der heterotrophen Erscheinungen und der umstrittenen Terminologie Stellung genommen wird. Mothes weist bereits einleitend darauf hin, wie schwer es oft ist, ökologische Gruppen unter den Heterotrophen gegeneinander abzugrenzen. Nicht zuletzt liegt das daran, daß unsere physiologischen Kenntnisse vielfach noch völlig unzureichend und die Grenzen überdies nicht immer fixiert sind. Möglicherweise haben auch frühere anthropomorphistische Vorstellungen und eingebürgerte Definitionen oft verwirrend und hemmend gewirkt. Der Abschnitt ist in folgende Kapitel und Unterabschnitte aufgeteilt: Phagotrophie (Pringsheim), Carnivorie (Schmucker und

Linnemann), Saprophytismus sowie Symbiose und Parasitismus; die Erscheinungen des Saprophytismus werden getrennt behandelt für Bakterien und Actinomyceten (W. Schwartz), Algen und Flagellaten (Pringsheim), Pilze und Schleimpilze (Lilly) und Kormophyten (Schmucker); „Symbiose und Parasitismus“ ist unterteilt in allgemeine Ausführungen, die im wesentlichen eine Infektionslehre bringen (Kern), und in spezielle Abschnitte: Niedere Parasiten [Viren, Bakterien, Algen, Pilze, Flechten] (Kern), höhere Parasiten (Schmucker), Sycyanosen (Geitler), Bakterien- und Actinomycetensymbiosen (W. Schwartz), Flechten (Quispell), Mycorrhiza (Melin), plant-animal symbioses (Tóth) und in das Kapitel „Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen“ (Rademacher), in dem vor allem das noch so weitgehend unerforschte Gebiet der Allelopathie behandelt wird.

Damit ist schon der logische Übergang zu den folgenden Abschnitten gegeben, die sich mit der Mikrobiologie der natürlichen Substrate des Bodens (Jensen) und der Gewässer (W. Schwartz) und dem Humus (Scheffer und Ulrich) befassen. „Die Bedeutung der Heterotrophen für den Kreislauf der Stoffe“ (Jensen) beschließt den wissenschaftlichen Text.

Referent ist versucht den vorliegenden Band als eine besondere Meisterleistung der daran beteiligten Autoren und seines Herausgebers zu bezeichnen, wenn damit nicht ungewollt und unverdient eine schmälernde Kritik der bisher erschienenen Bände dieses Standardwerkes verbunden wäre. Zweifellos wird aber dieser Band, wie einleitend schon erwähnt, in angewandt-botanischen Kreisen mit besonderer Freude und Darkbarkeit aufgenommen werden. Abgesehen von den Stoffwechselphysiologen stellt er in Sonderheit für Mikrobiologen, Phytopathologen, für jeden, der sich mit ökologischen und soziologischen Fragen befaßt, ein unerschöpfliches Arsenal erarbeiteten Wissens und eine Fundgrube für zahllose Probleme dar, die noch der Bearbeitung harren und zur Bearbeitung verlocken.

Hassebrauk, Braunschweig

**Berge, H., und Dahmen, H.,** Die Anwendungsmöglichkeiten der chemischen Luft- und Pflanzenanalyse zur Beurteilung industrieller Immissionen. (Nr. 821 der Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen.) Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 1959. 58 S., 19 Abb. Kart. 16,40 DM.

Aus der Vielzahl der in der analytischen Chemie bekannten Literatur zur Schwefelbestimmung werden einleitend die Arbeiten diskutiert, die für die Bestimmung des Schwefels in der Luft und in der Pflanze anwendbar sind. Der Schwefel gehört heute in den Verbindungen  $\text{SO}_2$  und  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zu den häufigsten industriellen Immissionen, die in Industriegebieten zu Schäden an allen Pflanzen führen können. Erst der Nachweis eines durch diese Verbindungen hervorgerufenen Schadens an Kulturpflanzen setzt den Geschädigten in die Lage, Ersatzansprüche zu stellen. Die Autoren bringen nach der Darstellung der von ihnen angewandten Analysen auf  $\text{SO}_2$  und  $\text{H}_2\text{SO}_4$  in der Luft und der Pflanze in einem Fall aus dem Jahre 1958 den Nachweis, daß die an Eichenblättern im Bilde dargestellten Schäden eine Folge der  $\text{SO}_2$ - und  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Einwirkung sein müssen.

Die Arbeit gibt allen, die sich mit Fragen der Industrieschäden und allgemein mit der Ursache für Schadbilder an Pflanzen beschäftigen, Anregungen und ist eine wertvolle Unterlage für die bei Schadensfällen notwendigen Mikroanalysen auf  $\text{SO}_2$  und  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

A. Klocke, Berlin-Dahlem

**Jahrbuch 1958 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien.** Red. v. **R. Bauer.** Verlag Georg Fromme & Co., Wien (10. Sonderheft der Ztschr. „Die Bodenkultur“). 180 S., 15 Abb., davon 8 graph. Darstellungen, 64 Tab. Brosch. 56,— S.

Die Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien gibt auch in ihrem Jahrbuch 1958 einen interessanten Überblick über ihre Versuchs- und Untersuchungstätigkeit, deren Umfang sich wiederum vergrößerte: es ist eine neue 7. ständige Versuchsstelle, und zwar in Kärnten, hinzugekommen, an der Anstalt selbst hat sich die Zahl der Untersuchungen erhöht und das Versuchsprogramm erweitert.

Im einzelnen berichten: einleitend R. Bauer über die allgemeine Versuchs- und Untersuchungstätigkeit; H. Germ über die Probleme der inländischen Saatgutproduktion im Jahre 1958; J. Steinberger ausführlich über seine Arbeiten zur Methodik der Unterscheidung österreichischer Gerstensorten durch Kornmerkmale, wobei in einer Bestimmungstabelle sämtliche am Korn erfassbaren Merkmale berücksichtigt wurden; Chr. Erhart über die Saatgutkontrolle im Jahre 1958 zur Durchführung des österreichischen Saatgutgesetzes; F. Fiala über die Qualitätsverhältnisse bei wirtschaftseigenem Saatgut; K. Walzl in einem Tätigkeitsbericht der Qualitätsabteilung über die Qualitätsweizenforschung und -förderung in Ungarn, den derzeitigen Stand der Qualitätsweizenherzeugung in Österreich und das erweiterte Versuchsprogramm zur Prüfung von Braugerstensorten auf ihre Braueigenschaften. H. Nietsch bringt die botanische Sortenbeschreibung von drei neu in das Zuchtbuch für Kulturpflanzen eingetragenen Kartoffelsorten; R. Meix bespricht allgemeine Anbaufragen bei Wintergerste und bringt eine zusammenfassende Sortenbeschreibung der in Österreich verbreiteten Wintergerstensorten; E. Zweifler berichtet über Probleme und Verbreitung des Silomaisbaues und gibt eine mehrjährige Zusammenfassung der Silomaisversuche; A. Graf bringt eine ausführliche Beschreibung der in Österreich derzeit gebräuchlichen Zuckerrübensorten; J. Demel faßt die Ergebnisse der Untersuchung von 60 Kartoffelsorten auf Knollenzahl und Knollengewicht zusammen; F. Pammer berichtet über Anbauversuche mit Winterzwischenfrüchten und faßt deren mehrjährige Ergebnisse übersichtlich zusammen; D. Wolffhardt erläutert die Ergebnisse eines Luzerngras-Anbauversuches, in dem vier Luzerneherkünfte in Reinsaat und als Luzerngras in Vergleich gestellt waren. Den Abschluß des Jahrbuches bilden, wie alljährlich, die Lagebeschreibung der ständigen Versuchsstellen der Bundesanstalt, die 1958 an diesen durchgeführten Wetterbeobachtungen, die Sortenliste aller im Zuchtbuch für Kulturpflanzen eingetragenen Sorten nach dem Stande vom 1. Juli 1959, das Zuchtstättenverzeichnis und die Sonderliste 1959 der zur Saatgutankennung zugelassenen Sorten.

**Abwasserverwertung gefahrlos und nutzbringend.** Arb. der DLG. Bd. 58. DLG-Verlag, Frankfurt a. M., 1959. 2,40 DM.

Drei der auf der 8. Landeskulturtagung der Acker- und Pflanzenbauabteilung der DLG im Juni 1959 in Braunschweig gehaltenen Vorträge werden in diesem 40 Seiten starken Band zusammengefaßt. Der Vortrag von A. Carl, Freiburg/Brsg., „Die Reinigung häuslicher und gewerblicher Abwässer“ bringt sehr klar zum Ausdruck, daß die Voraussetzungen zu einer biologischen Reinigung der genannten Abwässer heute durchaus gegeben sind, d. h. daß alle unsere Gewässer gesundgehalten werden könnten. Bei der Planung derartiger Anlagen für einen bestimmten Zweck müssen aber



viele Gesichtspunkte berücksichtigt werden, um den geforderten Reinheitsgrad konstant und für die Dauer zu halten.

In seinem Vortrag „Möglichkeiten und Grenzen landwirtschaftlicher Abwasserverwertung“ weist G. S c h o n n o p p, Goslar, auf die Vorteile hin, die die Verregnung oder die Berieselung landwirtschaftlicher Nutzflächen bieten, wenn folgende Forderungen erfüllt sind:

1. Verpflichtung zur ganzjährigen Abnahme der Abwässer.
2. Ausreichend bemessene Entlastungsflächen.
3. Weiträumige Verteilung der Abwässer (Verregnung, Verrieselung) und entsprechend mäßige Beschickungshöhen.
4. Ergänzende Beregnung mit Frischwasser.
5. Aufnahmefähige Böden und eine gewisse Beregnungsbedürftigkeit.
6. Geeignete Betriebe und verständnisvolle Landwirte, die sich freiwillig beteiligen.

Für eine derartige Verwendung von Abwässern kommen in Frage: Hack- und Futterfrüchte, Raps, vor allem aber Weiden- und Grasflächen. Hier können Qualitätssteigerungen und Mehrerträge z. B. von 30—50 dz Heu/ha erzielt werden. An Stelle von 2,0—2,5 Großvieheinheiten/ha können 3,5—5,0 (6,6) GV/ha gehalten werden. — Wenn auch die entstehenden Mehrkosten durchaus tragbar erscheinen, so warnt S c h o n n o p p doch ausdrücklich davor, die Abwasserverregnung dort anzuwenden, wo die oben genannten Voraussetzungen nicht voll erfüllt sind.

Am ausdrücklichsten für eine weiträumige Landbewässerung durch Verregnung der Abwässer setzt sich Medizinalrat P o p p, Braunschweig, ein. Er weist darauf hin, daß hierin die einzige Methode gegeben ist, das Abwasser endgültig in dem genutzten Boden unterzubringen, und daß die biologische und hygienische Reinigung des Wassers bei Beachtung bestimmter Voraussetzungen viel besser ist als bei anderen Methoden. P o p p kann diese entscheidende Aussage mit mehreren Belegen sehr deutlich beweisen. Trotzdem werden z. Z. in der Bundesrepublik nur 3—4 % der anfallenden Abwässer verregnet.

Insgesamt gesehen eine sehr interessante und beachtenswerte Broschüre.

U. R u g e, Hannover

## Personalnachrichten

Unser Mitglied Dr. Bruno Arenz, Abteilungsdirektor an der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt in Weißenstephan, wurde zum Oberregierungsrat ernannt.

Unser Mitglied Professor Dr. Gustav Aufhammer, Freising-Weißenstephan, wurde im Rahmen der Deutschen Forschungsgemeinschaft zum Vorsitzenden des Fachausschusses Landwirtschaft und Gartenbau gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. A. Th. Czaja setzt — trotz Erreichung der Altersgrenze — seine Lehrtätigkeit an der Technischen Hochschule Aachen bis auf weiteres fort.

Unser Mitglied Professor Dr. Otto Fischnich, Braunschweig-Völkenrode, ist vom Senat der Forschungsanstalt für Landwirtschaft zum Präsidenten der Forschungsanstalt für die Amtsjahre 1960/62 gewählt worden.

Unser Mitglied Professor Dr. Adolf Stählin, Gießen, wurde von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Gießen zum Dekan wiedergewählt. Prodekan bleibt unser Mitglied Professor Dr. Ernst Brandenburg.

## Aus der Mitgliederbewegung

### Ehrenmitglied

Stapp, Dr. Carl, Oberregierungsrat a. D., (20 b) Braunschweig, Magnitorwall 5.

### Neue Mitglieder

Schmidt, Dr. Lothar, Wissenschaftl. Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule Aachen, (21 a) Borghorst (Westf.), Altenberger Str. 4.

Schwabe G.m.b.H., Dr. Willmar, (17 a) Karlsruhe-Durlach, Postfach 30.

### Anschriftenänderungen

Köhnlein, Dr. Johannes, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität, (24 b) Kiel, Olshausenstraße 40—60.

Pommer, Dr. Ernst-Heinrich, Versuchsstation Limburgerhof der Badischen Anilin- und Sodafabrik, (22 b) Limburgerhof (Pfalz).

Priebs, Dr. Fritz, Dipl. Landwirt, (21 a) Wehrden (Weser) ü. Höxter.

Rabien, Dr. Herbert, Oberregierungsrat a. D., (20 b) Braunschweig, Villierstr. 1.

Wöhrmann, Dr. Klaus, Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Zweigstelle Scharnhorst, (20 a) Scharnhorst ü. Neustadt a. Rübenberge.



Sammelreferate über Teilgebiete der angewandten Botanik II.

## Neuere Literatur über Rauch-, Staub- und Abgasschäden

Eine Übersicht, zusammengestellt

von

**Kurt Garber**

aus dem Staatsinstitut für Angewandte Botanik, Hamburg\*)

Direktor: Prof. Dr. U. Ruge

### Gliederung

- A) Einleitung
- B) Spezieller Teil
  - a) Allgemeines und Einfluß verschiedener Faktoren
  - b) Einfluß einzelner Faktoren
    - 1. Schweflige Säure
    - 2. Fluor
    - 3. Chlor
    - 4. Schwefelwasserstoff, Stickoxyd, Ammoniak und andere
    - 5. Smog
    - 6. Flugstäube (Zement, Kohlenflugasche und andere)
    - 7. Hinweis auf radioaktive Verunreinigungen der Luft
- C) Schluß (Dokumentationsstelle beim VDI)

Zur Frage der Schädigungen von gas- oder staubförmigen industriellen und anderen Immissionen ist in den letzten Jahren ein umfangreiches Schrifttum erschienen, das nicht immer leicht zu erfassen und überblickbar ist. Daher erscheint es angebracht, das seit etwa 1955 Erschienene kurz darzustellen bzw. die Titel der betreffenden Arbeiten anzugeben. Es wurde aber Abstand genommen, die in folgenden neueren speziellen Sammelwerken zitierten Arbeiten noch einmal zu erwähnen:

- 1. Air Pollution Handbook.  
Mc Graw Hill Book Comp., New York, 1956.
- 2. Louis McCabe: Air Pollution, U. S. techn. Conf. Air Poll.  
Mc Graw Hill Book Comp., New York, 1952.
- 3. G. Bredemann: Biochemie und Physiologie des Fluors und der industriellen Fluor-Rauchschäden.  
Akademie-Verlag, Berlin, 1956, 2. Aufl.
- 4. Luftverunreinigungen durch Rauchgase aus Dampfkesselanlagen.  
Vereinigung der Großkesselbesitzer e. V., Essen, 1955.

\*) Herrn Prof. Dr. Bredemann, ehem. Direktor des Staatsinstituts für Angewandte Botanik, Hamburg, zum 80. Geburtstag gewidmet.



5. Fragen der Luftverunreinigung.  
VDI-Berichte, Bd. 15, 1956.
6. Thomas, M. D.: Gas Damage to Plants.  
Ann. Rev. Plant Phys., 2, 293–322, 1951.

Außerdem wurden als Manuskript Literatur-Auszüge zum  $\text{SO}_2$ -Problem von Stratmann, und anderer Rauchschäden von Garber zusammengestellt, die ebenfalls hier nicht noch einmal erwähnt sind. Weitere Hinweise auf neuere Literatur sind auch durch Pelz in dem von Wentzel zusammengestellten Sonderheft „Wald-Rauchschäden“ der Allg. Forstz., H. 42, 1958, gegeben, in dem auch verschiedene unveröffentlichte Diplomarbeiten genannt werden. So bleibt zunächst das Wichtigste über die allgemeinen Fragen der Luftverunreinigung zu berichten.

#### Allgemeines und Einfluß verschiedener Faktoren

Viele der Veröffentlichungen des In- und Auslandes befassen sich mit allgemeinen Übersichten über die Schädigungen an Nutzpflanzen, die durch die verschiedensten Verunreinigungen, wie  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{CO}$ , Äthylen und 2,4 D-Dämpfe, hervorgerufen werden (301, 210, 188, 55, 6).\*) Auch die Wirkung der Luftverunreinigungen auf Tiere, Menschen und Pflanzen ist zusammenfassend erörtert worden, wobei einige neuere Forschungsergebnisse berücksichtigt wurden (10, 72), bzw. sind Berichte von Tagungsvorträgen über dieses Spezialthema zusammengestellt worden (77). Einen Bericht über die internationale Arbeitstagung forstlicher Rauchschadensachverständiger in Bochum (6.–8. 10. 1959) ist von Wentzel (292 a) zusammengestellt worden, ebenso von Kisser und Lehnert (143 a), während kürzere Berichte darüber von Huber und Merz (183) sowie von Hölte (111 a) vorliegen.

Eingehendere Untersuchungen und Zusammenfassungen liegen u. a. vor von Thomas (274, 275) und von Kendrick jr. und Mitarb. (136). Letztere beschäftigen sich vor allem mit der Wirkung von sog. „Smog“ in Kalifornien. Ebenfalls gibt Smisek (252) die hauptsächlichsten Ergebnisse verschiedener Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Verunreinigung der Atmosphäre zusammenfassend bekannt. Dieses wird gleichfalls von Reding (226) im Hinblick auf medizinische Probleme (Krebserreger) der Luftverunreinigung getan. Besonders gefährlich sind 1,2- und 3,4-Benzopyren, die bei der Verbrennung von Kunststoffen entstehen. Sie werden vom Körper aufgenommen, aber nicht wieder ausgeschieden. Durch wiederholte Aufnahme kann Krebs erzeugt werden. Über die gesundheitliche Bedeutung von Wasser und Luft und deren Beurteilung berichtet Bulicek (44).

Spezielle, auf bestimmte Bereiche abgestellte Berichte finden sich meistens nur in den Behördenakten usw. (s. 78). Über industrielle Immissionen und ihre Auswirkungen in der Land- und Forstwirtschaft unterrichtet ein Bericht des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 27. 2. 1957 (11 a). Einige Schadensfälle durch Rauchabgänge in Oberbayern beschreibt Diercks (60). In manchen

\*) s. betreffende Nummer im Literaturverzeichnis.

Veröffentlichungen werden die Wirkungen der Luftverunreinigungen gegenüber speziellen Pflanzengruppen ausführlicher behandelt: So untersucht Antipov den besonderen Einfluß von Rauch und Gasen auf Bäume und Sträucher (18) und im Spezialfall auf deren Samen und Früchte (17). In einem Park von Leningrad wurde festgestellt, daß die Abnahme der vegetativen Periode bei *Caragana arborescens*, *Padus racemosa* und *Ulmus laevis* durch die Einwirkung von Abgasen von drei chemischen Fabriken am größten war. Am resistantesten erwiesen sich *Populus balsamifera*, *Alnus incana* und *Quercus robur*. Die Keimfähigkeit der Samen wurde im Vergleich zu den Kontrollbäumen erhöht.

In den Tätigkeitsberichten der wissenschaftlichen Institute und Untersuchungsämter finden wir häufig Angaben über Untersuchungsergebnisse von Rauch- und Staubschäden (35, 196). Im allgemeinen wurden Laub- und Fichtennadelproben auf ihren Gehalt an Schwefel und Fluor geprüft.

Ein großer Teil der erschienenen Arbeiten ist den Fragen der Rauchschäden im Walde gewidmet (120, 140, 202 a, 286, 287, 291). So betont Wentzel (287), daß z. B. durch strenge Winterfröste die Rauchschäden an Bäumen nur in ihrem Erscheinungsbild verstärkt werden, und daß durch Frost das Tempo der Rauchschadenwirkung beschleunigt wird. Ähnliche Feststellungen hat auch Huber (120) getroffen und beobachtet, daß in Waldgebieten, in denen keine Rauchschädigung möglich war, nur geringe Frostschäden vorkamen. Wie sehr das Wachstum der Bäume durch Raucheinwirkungen leiden kann, zeigt Wentzel (286) an Hand von Stammquerschnitten (vgl. auch 290). Einen typischen Fall von Waldvernichtung durch Haldenbrand beschreiben Wentzel und Bruns (293). Über Rauchblößen als Folge industriellen Rauchausstößes berichtet Wentzel (288). Weitere allgemeinere Hinweise über Waldrauchschäden werden von Eick (63) gegeben, der in einem 500 ha großen Wald am Rande des Ruhrgebietes SO<sub>2</sub>-Schäden an Fichten beobachtete. Der SO<sub>3</sub>-Gehalt in Fichtennadeln in „gefährdeten“ Lagen war maximal 0,74 % (bez. auf Trockenmasse) gegenüber einem Durchschnittsgehalt von 0,23 %, Zuwachsverluste beliefen sich auf 1,5 fm/ha/Jahr. Mangelnde Fruktifikation in rauchgeschädigten Fichtenbeständen hat Pelz (215) beobachtet. Die heutige Bedeutung der Industrie-Rauchschäden für den Wald in ihrer Gesamtheit hat Zieger (298) umfassend dargestellt. Die Probleme der forstlichen Rauchschäden haben infolge der Langlebigkeit der Waldbäume einen ganz anderen Charakter als Rauchschäden an den meist einjährigen Kulturpflanzen in Landwirtschaft und Gartenbau. Die Schäden, die durch Rauchgase bei den Tieren des Waldes auftreten, sind von Prell (223) eingehend behandelt worden. Danach besitzen eigentlich nur die arsenhaltigen Abgase biologisch wichtige Bedeutung als Schädiger der Tiere. Über die Wirkung von Luftverunreinigungen auf Waldbäume in England berichtet T. R. Peace (207). Die Einwirkung des Stadtklimas auf die Nadelhölzer in Hamburg hat Haase (91 a) untersucht.

Für Landwirtschaft und Gartenbaubetriebe wichtige Untersuchungen über Luftverunreinigungen sind von Weiss und

Frenzel (285) im Raum von Linz durchgeführt worden. Auf Immissionsschäden an Unterglaskulturen hat Berge (23 a) hingewiesen. Über die Auswirkung der Industrieabgase auf die Landwirtschaft hat Freisberg (75) berichtet und dabei als Schadenbeispiel ein einzelnes Industriewerk herausgegriffen, das im Rauchgas je Stunde 332 kg SO<sub>2</sub> abgab. Schmittmann (243, 244) hat sich mit der Auswirkung der Rauchemissionen bei Weidetieren befaßt, wobei hauptsächlich die Flugstäube im Vordergrund standen. Es konnte bei den Untersuchungen festgestellt werden, daß eine Aufnahme von 1 kg Flugstaub und mehr je Tag bei den Versuchstieren keine Seltenheit war.

Eine allgemeine Übersicht über die Wirkung der Rauchabgänge auf das Pflanzenwachstum wird neben einer ausführlichen Literaturübersicht von Bleasdale (30) gegeben. Auf die Wirkung der Rauchgase, bei der ungeheuren Größe des Gaswechsels (CO<sub>2</sub>-Assimilation) der Pflanzen auf deren physiologisches Geschehen, hat Egle (61) eindeutig hingewiesen.

Die Frage der Bodenbeeinflussung durch industrielle Luftverunreinigungen und die erforderlichen Gegenmaßnahmen bespricht Wentzel (289) eingehend. Über Fragen der Kompostierung in Verbindung mit Luftverunreinigungen hat McCauly (174) referiert.

Neben den Berichten über die Auswirkung der Rauchemissionen hat sich eine Reihe von Untersuchungen mit der Frage nach der Abwehr dieser Bedrohung befaßt. So sind z. B. Beiträge zur Kenntnis der Industriefestigkeit der immergrünen Gehölze veröffentlicht (85), wobei jedoch wesentlich erscheint, daß Beobachtungen auf Rauchresistenz von vielen Faktoren abhängig sind. Pelz (211) hat die bereits früher aufgestellten sog. Resistenzreihen von verschiedenen Nadel- und Laubholzbäumen erneut überprüft. Die heimischen Nadelhölzer bilden fast eine konstante Reihe in steigender Resistenz von Tanne, Fichte, Weymouthskiefer, Kiefer zur Lärche. Über die Rauchhärte der Kiefer wurden von ihm spezielle Beobachtungen ausgewertet (213). Bei Laubhölzern zeichnen sich Buche und Esche durch relativ hohe Empfindlichkeit aus. Unempfindlich sollen Weißerle, Birke und Eiche sein. Es ist jedoch von Wentzel und Bruns (293) darauf hingewiesen worden, daß solche Resistenzreihen aus Gründen standortlicher Unterschiedlichkeit keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit haben. Auch die Art des Rauchgases kann von Bedeutung sein, z. B. ist die Weißtanne nach Wentzel (292) anfälliger gegen SO<sub>2</sub> als die Fichte, bei Fluorgasen ist es umgekehrt. Rotblättrige Varietäten der Laubbäume und blauenadelige der Koniferen sind im allgemeinen resistenter. Allerdings soll nach Zieger (300) auch eine individualspezifische Resistenz bestehen, vor allem bei Pappeln. Damit wäre der Forstpflanzenzüchtung [vgl. auch Rohmeder (236)] und, wie dies Krüger (149) bereits früher forderte, der allgemeinen Züchtung rauchresistenter Pflanzen eine besondere Aufgabe erwachsen. Über die Auswahl industriefester Gehölze zur Pflanzung im Bereich der Großstädte im Industriegebiet hat Thomae (272) kürzlich berichtet. Auch unter den vorhandenen Gartenzierpflanzen läßt sich im Rauchschaden-

gebiet eine Anzahl resistenter Arten zum Anbau auswählen, wie Helfert (99) gezeigt hat. Spezielle Rosensorten, die unter dem Einfluß von Industrierauch noch gedeihen sollen, gibt Broadhurst (42) bekannt. Über die Größe der in Deutschland durch Rauch geschädigten Flächen gehen die Angaben auseinander. Für Nordrhein-Westfalen wird sie mit etwa 40 000 bis 50 000 ha angegeben (12). Die speziellen britischen Verhältnisse der Rauchschadenprobleme werden von Meetham (181) besprochen und der Schaden auf jährlich 100 Millionen Pfund Sterling geschätzt (vgl. auch Nr. 156 a). Eine eingehende Darstellung über die Fragen der Lufthygiene in den USA finden wir von Beyreis (27). Spezielle Untersuchungen über die Frage der sog. „unsichtbaren“ Schäden bei Pflanzen hat Thomas (273) vorgenommen und festgestellt, daß die Bedeutung dieser Schäden früher überschätzt wurde.

Über die Veränderung der Zusammensetzung der Inhaltstoffe in pflanzlichen Geweben durch den Einfluß verunreinigter Luft liegen Untersuchungen von Mader und Mitarb. (164) vor, die u. a. feststellten, daß in geschädigten Spinatblättern 75–100 % mehr Ameisensäure und 5–38 % mehr Essigsäure enthalten war als in Kontrollpflanzen. Auch der Milchsäuregehalt kann beeinflußt werden. Über einen erhöhten Kieselsäuregehalt in rauchgeschädigten Fichtennadeln hat Materna (320) berichtet. Für die Rauchschadenexpertise wichtig sind vor allem Unterlagen zur Berechnung der Ausbreitung von Staub und Gasen, wie sie von Diem und Trappenberg (59) und Sutton (266) vorliegen und auch von Lehmann (153) veröffentlicht wurden.

Der Nachweis von Rauch- und Staubschäden ist nicht immer leicht, und man hat versucht, besondere physiologische, anatomische und sonstige Merkmale der Pflanzen dafür mit heranzuziehen. Bereits früher wurde erwähnt, daß z. B. die Einjährige Risse (*Poa annua*) als Anzeiger für Schädigungen durch bestimmte Luftverunreinigungen benutzt wurde. Dieser Test ist von Juhren und Mitarbeitern (129) weiter spezialisiert worden, und auch Noble und Wright (202) benutzten diese Pflanze und außerdem *Petunia*, um auf 15 verschiedenen Stationen im Raum Los Angeles den Einfluß verunreinigter Luft zu studieren. Das Problem der sog. „Fangpflanzen“ wurde von Cole (51) wieder aufgegriffen, und spezielle Forschungen ergaben, daß z. B. für SO<sub>2</sub>-Einwirkung folgende Pflanzen (die bestimmte Bedingungen erfüllen müssen) in Betracht kommen: Brombeere (*Rubus* sp.), *Helianthus* sp., *Quercus marilandica*, *Ambrosia trifida*. Härtel (94) gründete nach Vorarbeiten mit Papesch (96) einen neuen nephelometrischen Rauchschadentest, der auf einer verstärkten Wachsabsorption der Koniferennadeln bei Rauchschädigung beruht. Diese Methode hat Eingang in die Praxis gefunden (95), und Steinhübel (255) und neuerdings Pelz (212) berichten über die dabei gesammelten Erfahrungen. Middleton (186) benutzte als Testpflanze die Pintobohne (*Phaseolus vulgaris* spec.).

Die chemischen Nachweise für Luftverunreinigungen sind ebenfalls durch neuere Methoden verbessert worden. In USA werden geeignete Methoden auf dem Gebiet der Fluoreszenz, Lumines-



zenz oder der Veränderung von Farben ausgearbeitet (11). Alkalisch reagierende Luftbestandteile lassen sich mit Hilfe von Eisen(III)-rhodanidpapier nach Deckert (57) nachweisen. Eine gute Übersicht der verschiedenen Methoden hat kürzlich Pelz (214) zusammengestellt. Garber (80) hat die Möglichkeiten der Blattanalyse bei der Feststellung von Rauchschäden erneut überprüft. Über meßtechnische Probleme der Luftverunreinigungen hat Stratmann (264) berichtet. Berge und Dahmen (23 a) untersuchten die Anwendungsmöglichkeiten der chemischen Luft- und Pflanzenanalyse zur Beurteilung industrieller Immissionen.

Zur Verhütung von Rauchschäden wird die bisherige gesetzliche Regelung im allgemeinen als nicht mehr ausreichend angesehen. Die moderne Forschung beschäftigt sich daher auch mit dieser Frage. So hat z. B. Zieger (299) die Wirkung der Industrierauchschäden untersucht und ihre Berücksichtigung bei Raumplanung sowie ihre gesetzliche Regelung gefordert. An Hand der in Deutschland und anderen Ländern herrschenden derzeitigen Gesetzeslage gibt er eine Übersicht, die als Grundlage für eine zukünftige Regelung dienen sollte (300). Über das Gesamtgebiet „Luft in der Orts- und Landesplanung“ haben Heller und Löbner (102) nach verschiedenen Gesichtspunkten Untersuchungen angestellt und deren Ergebnisse diskutiert. Den Landesplanungsbehörden werden in den Räumen Salzgitter-Offleben und Oker-Harlingerode auf Grund eingehender Gutachten über die dortigen industriellen Immissionen Hinweise bezüglich der Besiedlungsplanung gegeben [s. Heller (101) und Hoffmann (113)]. Der verstärkten Forderung nach Grünanlagen bei der Städteplanung gibt Hennebo (105) in seinem Werk über die Staubfilterung durch Grünanlagen Ausdruck, und Ungewitter (283) berichtet über landschaftspflegerische Aufgaben und Probleme im Ruhrgebiet, während von Hettche (106 a) über die Gefährdung der Grünanlagen in der Großstadt berichtet wird. In den von Lingner und Carl (159) unter dem Titel „Landschaftsdiagnose der DDR“ zusammengestellten Arbeiten kommen u. a. auch Fragen der Luftverunreinigungen zur Auswertung (s. 68 und 149). Über die Vorbeugung gegen Rauchschäden im Wald durch forstliche Maßnahmen hat Lampadius (151) berichtet, im speziellen Fall im Bereich eines Aluminiumwerkes Kissler (142). Einen Entwurf zur Änderung der betr. Paragraphen des BGB und Entwürfe für ein Gesetz zur Förderung von Maßnahmen gegen Verschmutzungen der Luft bespricht Bergerhoff (24) und gibt praktische Hinweise für die Rauchschadentaxation (siehe auch Nr. 330). Auch Fortmann (73) setzt sich mit dem Gesetzentwurf zur Reinhaltung der Luft gem. Drucksache 301 des Deutschen Bundestages auseinander, die inzwischen als Gesetz zur Änderung der Gewerbeordnung und Ergänzung des Bürgerlichen Gesetzbuches vom Bundestag am 22. 12. 1959 angenommen wurde (BGBl. I, Nr. 54 vom 29. 12. 1959). Immissionsschäden an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen allgemeiner Art bespricht Berge (23), der die Auffassung betont, daß zur Lösung der Rauchschadenprobleme und bei der

Schadenermittlung exakte naturwissenschaftliche Methoden anzuwenden sind. Über verschiedene Probleme der Luftreinhaltung in Deutschland ist in mehreren Vorträgen auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie in Essen berichtet worden (102 a, 133 a, 219 a, 282 a, 295 a).

Die gesetzliche Regelung der Luftverunreinigung befaßt sich auf dem Gesundheitssektor vor allem mit den sog. maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte), über die kürzlich Hunold (123) berichtete. Die in der Sowjetunion geltenden Werte hat Kettner (137, 138) veröffentlicht und ebenfalls die englische Gesetzgebung zur Luftreinhaltung besprochen (139). Daß die Luftreinhaltung eine gemeinsame Aufgabe aller Beteiligten sei, unterstreicht Seiler (247). Zur Verringerung bzw. Vermeidung von Immissionsschäden werden z. T. umfangreiche technische Einrichtungen in den Industriewerken vorgenommen. Maßnahmen dieser Art sind u. a. von Stohn (258, 259) eingehend beschrieben worden, spezielle in einer Düngemittelfabrik von Sachsels und Mitarb. (238). Einen zusammenfassenden Überblick über die Probleme der Erfassung und Beurteilung von Wirkungen gasförmiger Luftverunreinigungen auf die Vegetation und eine Definition der Begriffe Schädigung und Schaden sowie eine Zusammenstellung von Methoden zur Diagnose von Schadwirkungen haben kürzlich Guderian, van Haut und Strattmann (90 a) veröffentlicht.

Zur Erkennung und zum Nachweis von Rauchbeschädigungen liegt eine Reihe neuerer Arbeiten vor: Über spektralphotometrische Untersuchungen rauchgeschädigter Pflanzen hat Bethge (25, 26) berichtet. Den speziellen spektralphotometrischen Nachweis von Säureschaden an Pflanzen führte Büsscher (45). Ähnliche Untersuchungen sind von Müller (195) durchgeführt worden. Die bewährten Untersuchungsverfahren für die Bestimmung der in Niederschlagswässern enthaltenen Luftverunreinigungen besprechen Löbner und Nehls (163). Über die verschiedenen Verfahren zur Untersuchung der Außenluft und deren Bedeutung für die Lufthygiene hat Heller (100) eingehend referiert. Die schon häufig diskutierte Frage des Wertes der chemischen Bestimmung des Schwefelgehaltes in Blättern bei Rauchschadendiagnosen wurde von Zinkernagel (304) erneut untersucht. Er fand, daß die S-Werte im Laufe der Vegetationsperiode schwanken und daß bei den einzelnen Pflanzen beträchtliche Unterschiede auftreten können, so daß die Befunde bei einer Schadensbeurteilung nur mit Vorsicht auszuwerten sind. Die Identifizierung und Verteilung von Luftverunreinigungen mit Hilfe von Testpflanzen beschreiben Middleton und Paulus (190 a). In Anlehnung an das Rauchschadenbuch von Haselhoff und Bredemann hat Balks im Methodenbuch Band XVI des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten einige der üblichen Methoden zur Untersuchung von Rauchschäden beschrieben (19).

Zum Abschluß dieses Kapitels wäre darauf hinzuweisen, daß manche Verunreinigungen der Luft in geringer Menge fördernd auf

Pflanzenwachstum und Bodenfruchtbarkeit wirken können, wie aus den Untersuchungen von Torstensson (280), Egner (62), Gericke und Kurmies (82), Jordan und Mitarb. (127), Riehm (232), Krzysch (150), Seay (246), Buchner (43) und Eriksson (65), z. T. mit besonderer Berücksichtigung der einzelnen Elemente, hervorgeht.

### Schweflige Säure

Obwohl  $\text{SO}_2$  seit den Anfängen der systematischen Rauchschadenforschung als das am meisten untersuchte Abgas gilt, kommen in neuerer Zeit wieder Arbeiten und Untersuchungen auf diesem Gebiet hinzu. Über das Verhalten des  $\text{SO}_2$  und seine Beseitigung aus Industrieabgasen liegen neuere Untersuchungen von Biensack und Mitarb. (29) vor, die allgemein zu diesem Problem Stellung nehmen. Der Gehalt von  $\text{SO}_2$  in der Stadtluft von New York wurde von Greenburg (89) während der Dauer von zwei Jahren gemessen und Höchstwerte von 0,22 bis 0,33 ppm festgestellt. Die Belastung der Luft im Ruhrgebiet mit Schwefeloxiden untersuchte Hoffmann (112 a).

Zur Kenntnis von Wesen und Erscheinungsformen der Schwefelsäureeinwirkung auf die Pflanzenwelt berichtet Hölte (112) und gibt Verfahren für eine spezifische mikroskopische Diagnostik bekannt. Der Einfluß von  $\text{SO}_2$  in der Stadtluft von Moskau auf die Nadelbäume wurde von Abramashwili (1) untersucht. Demnach darf der  $\text{SO}_2$ -Gehalt der Luft nur so hoch sein, daß der Gehalt an  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Aerosol  $0.3 \text{ mg/m}^3$  nicht übersteigt. Ähnliche Untersuchungen liegen von Biebersdorf und Mitarb. (28) vor, die *Pinus taeda* als Maß für die Luftverunreinigung mit  $\text{SO}_2$  benutzten. Höchster  $\text{SO}_2$ -Gehalt der Nadeln wurde immer bei stärkster Verunreinigung der Luft mit  $\text{SO}_2$  gefunden. Über  $\text{SO}_2$ -Schäden an Citrusgewächsen berichten Darley und Mitarb. (54) und fanden, daß diese nur an jungen Blättern auftraten. Govi und Ercolani (88) studierten die Wirkung von  $\text{SO}_2$  in der Nähe einer Fabrik in Bologna auf Gerste, Spinat, Salat und rote Taubnessel. In der Nähe der Papierfabrik von Böhm. Kamnitz untersuchte Nemeč (199) die Wirkung der  $\text{SO}_2$ -haltigen Abgase auf Kiefern- und Fichtenbestände, wobei gefunden wurde, daß die Schäden auf Sandsteinverwitterungsböden größer waren als auf Phonolitverwitterungen. Beiträge zur Erfassung der durch schweflige Säure hervorgerufenen Rauchschäden an Nadelhölzern hat Keller (134) gegeben, und zwar wurde der  $\text{SO}_2$ -Gehalt der Luft in München (Durchschnittswerte im Winter  $0.8\text{--}1.9 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ ) und in zwei Rauchschadengebieten (Durchschnittswerte zwischen 0,1 und  $1.0 \text{ mg}$ , mit Spitzenwerten von  $2,5 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$  und mehr) registriert. Weiter wurden Netto-Assimilation und Transpiration bei Versuchspflanzen gemessen. Über einen spezifischen chromatographischen Nachweis von  $\text{SO}_2$ -Rauchschäden an Pflanzen mit Hilfe von Chlorophyllanalysen hat Müller (195) (s. a. S. 71) berichtet. Weitere Untersuchungen über das physiologische Geschehen bei  $\text{SO}_2$ -Einwirkung liegen von Jähnel (125) vor. Durch Schwefeldioxyd bedingte Immissions-

schäden an Obst- und Waldbäumen hat Berge (23 c) mitgeteilt und auf den Wert der Blattanalysen hingewiesen.

SO<sub>2</sub>-Begasung von Baumwollpflanzen mit besonderer Berücksichtigung des Ertrages führten Brisley und Mitarb. (41) durch. Das Gupta (56) studierte den Einfluß von äther- und petrolätherlöslichen Fraktionen des Rauches einer Ziegelei, die Schwefel und Chlor enthielten, auf das Zustandekommen einer Nekrose an Mangofrüchten.

Über die Bestimmung der SO<sub>2</sub>-Oxydation in Lösungen und ihre Rolle in der atmosphärischen Chemie berichten Junge und Ryan (131). Foran und Mitarb. (69) nahmen in Kanada an verschiedenen Orten die Messung von SO<sub>2</sub> und Chloriden vor. Den Nachweis von SO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und in Rauchgasen führte Liddell (157) mit dem Farbstoff Astrazon rosa (Bayer) durch. 1,5 γ SO<sub>2</sub> in 500 ml Luft geben eine deutliche Ausbleichung. Mikroanalytische Methoden zur Bestimmung von SO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und von S-Verbindungen in Gasen und festen Stoffen hat Stratmann (261 und 262) veröffentlicht und diese Methoden bei Messungen über Schwefeldioxyd-Immissionen eines neuerrichteten Heizkraftwerkes erfolgreich eingesetzt (263). Über Messungen der Schwefelgehalte in der Luft mit einem automatischen Mikro-gasgerät (Wösthoff) und ihre Verwertbarkeit bei der Rauchschaden-diagnose hat Sträter (260) eingehend berichtet.

Mit den atmosphärischen Niederschlägen gelangen hauptsächlich in Industriegebieten beträchtliche Mengen Schwefel in den Boden, wie dies besonders u. a. aus den Untersuchungen von Wiklander (295) und Buchner (43) hervorgeht (vgl. auch 280 und 65).

Von den sehr zahlreichen Veröffentlichungen über die Rolle des Schwefels im Leben der Pflanzen und die Bedeutung für den Boden können nur einige genannt werden (43, 126, 127, 147, 220, 221, 222).

### Fluor

Die bis zum Jahre 1955/56 erschienene Literatur über die Frage der Wirkung von Fluor und Fluoriden ist fast restlos, wie bereits erwähnt, in dem Buch von Bredemann: „Biochemie und Physiologie des Fluors“ gesammelt. Inzwischen ist jedoch eine Anzahl weiterer Arbeiten erschienen, die, soweit sie für die allgemeinen Fragen der Luftverunreinigung von Interesse sind, kurz genannt werden sollen.

Über allgemeine Fragen der Luftverunreinigung und ihre Wirkung auf die Vegetation hat Zimmermann berichtet, u. a. die Empfindlichkeit verschiedener Pflanzen gegenüber HF geprüft (301) und weiter die Frage ebenfalls im Vergleich mit SO<sub>2</sub> untersucht (302). Es ergab sich dabei, daß einige Pflanzenspecies schon bei sehr geringen HF-Konzentrationen (50 ppb = 0,05 ppm) bei vier- bis achttündiger Einwirkung beschädigt werden können. Eine Übersicht über die Resistenz der Pflanzen gegen HF und SO<sub>2</sub> wird gegeben. Nach Gisiger (83) sind Föhren, Hainbuchen, Pfirsich- und Nußbäume, Gerste und Sauerampfer besonders empfindlich. Die F-Aufnahme von Tomatenpflanzen war nach den Arbeiten von Leone und Mitarb. (156) höher und die Beschädigung stärker bei hohen Konzentrationen und kurzer



Zeitdauer als bei niedrigeren Konzentrationen während langer Einwirkungsdauer; im letzten Fall trat erhöhte F-Anhäufung in älteren Blättern ein. A d a m s und Mitarb. (3) stellten bei Begasungsversuchen mit 1, 5,5 und 10 ppb\*) HF fest, daß im allgemeinen die meisten Pflanzen bei Dunkelheit empfindlicher gegen HF sind als bei Tageslicht. Die histologischen Untersuchungen von S o l b e r g und A d a m s (254) zeigten, daß subletale Konzentrationen von HF im Blatt akropetal transportiert werden. H e n d r i x und H a l l (103) fanden, daß eine konstante Übereinstimmung zwischen der sortenbedingten Reaktion auf F und Anzahl und Durchmesser der Spaltöffnungen bei 42 Gladiolensorten bestand. Im allgemeinen haben resistente Sorten eine geringere Anzahl Spaltöffnungen und einen kleineren Durchmesser dieser Öffnungen, während empfindlichere Sorten die Tendenz zu einer höheren Anzahl Spaltöffnungen mit einem größeren Durchmesser aufweisen. K a u d y und Mitarb. (133) untersuchten Blätter von Citrusbäumen: aus industriearmer Gegend weniger als 1 ppm F, aus Industriegebieten bis zu 211 ppm F (Stahlwerk). H u f f (122) beobachtete Schäden an *Citrus* durch fluorhaltige Abgase einer Phosphatfabrik. Daß durch Einwirkung von Fluoriden eine erhöhte Atmung des Blattgewebes eintrat, zeigten H i l l und Mitarb. (108), was ebenfalls von M c N u l t y und N e w m a n (180) für Buschbohnen und Gladiolen bestätigt wurde. Citruslaub ist nach den Untersuchungen von W a n d e r und M c B r i d e (284) gegen F sehr empfindlich und reagiert leicht mit Chlorose. R e c k e n d o r f e r (225) führt das Zustandekommen solcher Chlorosen auf ein gestörtes Fluor-Eisen-Gleichgewicht in der pflanzlichen Zelle zurück. Über die Beziehungen zwischen dem Beschädigungsgrad und der F-Konzentration der Luft haben A d a m s und Mitarb. (2, 4) bei *Pinus ponderosa* und Gladiolen Untersuchungen angestellt, die zeigten, daß die Beziehungen ungefähr linear sind. H e n d r i x und H a l l (104) fanden, daß bei Gladiolen die jüngsten Blätter empfindlich gegen Fluoreinwirkung waren und purpurfarbene Blüten anfälliger waren als gelbe, weiße und orangefarbene. Untersuchungen über die physiologische Wirkung von Fluorid bei Tomaten und Spinat haben nach B a u m e i s t e r und B u r g h a r d t (20) ergeben, daß dem Fluor keine allgemeine Bedeutung als Spurennährstoff zugesprochen werden könne, daß aber bestimmte Pflanzen durch F gefördert werden. Blattschädigungen an 20 Spezies durch F-haltige Abgase einer Ziegelei beschreibt P e a c e (208). Die Wirkung von Fluoriden auf die Anatomie von Aprikosen-Blättern hat T r e s h o w (282) untersucht und kurz beschrieben. Anatomische Veränderungen traten immer erst nach makroskopisch sichtbaren Schäden auf. Eine ähnliche anatomische Beeinflussung von Kiefernadeln, jedoch bei geringeren HF-Konzentrationen, fanden S o l b e r g und Mitarb. (253). Die Anreicherung von Fluoriden in Weinreben in der Nähe von Schwerindustrien zeigten B r e w e r und Mitarb. (39). Die F-Aufnahme ist sortenweise verschieden, der F-Gehalt der Früchte ist gering (weniger als 3 ppm bez. auf Frischgewicht) gegenüber Blättern

\*) ppb = part per billion (amerikan.)  $\approx 10^{-9}$

derselben Pflanze, die etwa 100–450 ppm F bez. auf Trockengewicht aufwiesen. Über spezielle Tier- und Pflanzenschäden durch F wird aus der Gegend Rheinfelden berichtet (8 und 83). Spezielle Fragen der Fluorose bei Rindern und des Fluorstoffwechsels bei Kaninchen sind in einigen neueren Arbeiten (47, 240, 241, 242, 245, 271) behandelt. Die Beziehungen zwischen atmosphärischen Fluoriden und der Auswirkung auf Bodenreaktion und Bodenfruchtbarkeit wurden von McIntire (176) untersucht. F-Niederschläge mit Regen betrugen 2 pounds/acre/Jahr, die Bindung in sauren Böden erfolgt in Al-Komplexen. Bei künstlichem Einbringen von je 300 pounds/acre  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{MgF}_2$  und NaF zeigte sich bei drei aufeinanderfolgenden Ernten keine Beeinflussung des Wachstums und keine erhöhte F-Aufnahme durch die Pflanzen. Im Gegensatz dazu beschreiben Brewer und Mitarb. (40) Versuche mit Navel-Orangen-Bäumen, bei denen durch Zufuhr von 25 ppm F in der Nährlösung der Gehalt an F in Zweigen und Stämmen auf das Zweibis Dreifache, bei jungen Blättern sogar auf das Sechsfache erhöht wurde. Verhalten und Wirkung von Flußsäure- und Kalium- und Calciumfluorid-Gaben auf verschiedenen Bodenarten prüften McIntire und Mitarb. (177, 178). Es wurde eine gewisse Festlegung des Fluors durch Calcium nachgewiesen, auch durch Aluminium wird ein Teil abgebunden, so daß die Fruchtbarkeit des Bodens nicht wesentlich gemindert ist. Die Erträge werden im allgemeinen erst reduziert, wenn der F-Gehalt des Pflanzengewebes über 60 ppm (bez. auf Trockengewicht) liegt. Bei den Untersuchungen von Hansen, Wiebe und Thorne (93) zeigte sich, daß die F-Aufnahme aus  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  geringer war als die aus NaF. F-Aufnahme aus Böden, die mehrere Jahre F-haltigen Abgasen ausgesetzt waren, war kaum bemerkenswert höher als F-Aufnahme aus Böden, die nur geringer oder keiner F-Einwirkung ausgesetzt waren. Einen zusammenfassenden Bericht über die Fluoridforschung an der landwirtschaftlichen Versuchstation der Universität von Tennessee von 1920 bis 1954 hat McIntire (175) vorgelegt.

Über den F-Gehalt in verschiedenen gärtnerischen und landwirtschaftlichen Produkten liegen z. T. neuere Angaben vor. Bovay (38) untersuchte den Gehalt von Apfel-, Aprikosen- und Reblaub in der Umgebung einer Aluminium- und einer Sodafabrik. Die F-Mengen überstiegen meistens 10 mg je 100 g Blatt-Trockengewicht, nur im Jahr der Betriebsruhe der Al-Fabrik sanken die Werte auf kaum 2,5 mg<sup>0/0</sup> ab.

Den natürlichen F-Gehalt von Kartoffeln und andererseits von Pflanzen mit sehr hohem F-Gehalt wie z. B. verschiedene Teesorten (72 bis 175 ppm F) und von *Camellia* (1530 bis 3062 ppm F) erwähnen u. a. Zimmerman und Mitarb. (303) sowie Quentin und Mitarb. (224). In Pilzen ist der F-Gehalt sehr gering, etwa 0,1 bis 0,2 mg<sup>0/0</sup> (36). Die Fluorgehalte geschädigter Ernteprodukte (Grünfutter, Rauhfutter und Getreide) aus einem Rauchschadengebiet teilt v. Polheim (218) mit; sie bewegten sich in Grenzen von 10 mg bis 500 mg F je kg Trockensubstanz. Auch von anderen Untersuchungsanstalten (34, 198, 219) werden F-Gehalte geschädigter Pflanzen und Tiere mitgeteilt (s. a.

35 und 197). Amerikanische Forscher (22) benutzten verschiedene Unkräuter, um u. a. die Wirkung fluorhaltiger Gase zu prüfen. So sind z. B. Untersuchungen zur Diagnose von Fluorschäden an Rindern mit einer Prüfung des F-Gehaltes im Urin (38 mg/l, bei Kontrollen 2 bis 3 mg/l) sowie Analysen von Knochen und Zähnen (200 bis 300 mg<sup>0/0</sup> F) durchgeführt.

Daß erhöhter Fluorgehalt in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Produkten auch den F-Gehalt der Kuhmilch und schließlich auch den der Frauenmilch beeinflussen kann, zeigen die Untersuchungen von Lindberg (158) (z. B. Frauenmilch 0,018 mg/100 ml [normal] gegenüber 0,052 bis 0,143 mg/100 ml bei F-Schäden). Über Wirkung von F-Verbindungen auf Bienen berichtet Stute (265) und gibt Nachweismethoden bekannt, die sich an ähnliche Untersuchungen von Maurizio (321) anlehnen.

Auch die Forschung hat sich der Fluorfrage stark angenommen. Neue Apparate und Begasungsvorrichtungen für die Durchführung von Versuchen mit HF und H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> sowie für die Bestimmung von Fluoriden in der Luft und titrimetrische Bestimmungen gibt Mavrodineanu (91, 168, 169, 170, 171, 172) bekannt. Zur Erzeugung einer gleichmäßigen HF-haltigen Atmosphäre von < 1 bis zu mehreren 100 ppb werden Vorrichtungen beschrieben, die diese Konzentrationen fünf Wochen lang konstant halten können (173). Auf Grund der Fluoreszenz von Metalloxinaten ließen sich in USA Methoden entwickeln, die noch wenige ppb F in der Luft registrieren (7). Durch umfangreiche plasmolytische Untersuchungen an *Fontinalis antipyretica* stellte Bursche (46) fest, daß erst eine 0,03<sup>0/0</sup>ige NaF-Lösung diese Pflanze nicht mehr schädigt. HF war schädlicher als NaF. *Elodea densa* wurde schon in einer 0,0008<sup>0/0</sup>igen HF-Lösung geschädigt. Über die Fluor-Aufnahme am natürlichen Standort hat Aichinger (305) berichtet.

Die bereits früher geprüfte Frage, ob durch Spritzungen mit Kalk Pflanzenschäden durch F verhindert werden können, wurde erneut durch McNulty und Newman (179) geprüft, wobei gefunden wurde, daß die gespritzten Blätter mehr Chlorophyll enthielten als die unbehandelten. Über Wege zur Verwertung F-haltiger Abgase berichten Fainberg und Edelstein (67). Die Faktoren, die die Fluorverflüchtigung während der Behandlung von Rohphosphat mit Schwefel- und Phosphorsäure beeinflussen, zählen Fox und Hill (73 a) auf.

Hill und Mitarb. (107) widmeten sich der umstrittenen Frage nach den sog. „unsichtbaren Schäden“, besonders bei der Fluoreinwirkung auf Pflanzen. Bei Begasung mit 3,4 bis 73  $\gamma$  F je m<sup>3</sup> ließ sich keine Beeinträchtigung der Photosynthese oder des Atmungsquotienten feststellen, demnach sollen unsichtbare Schäden durch gasförmige Fluoride in der Nähe moderner Industrien nicht auftreten.

Neue Mitteilungen über Feststellungen von Fluorschäden liegen von Merz (184) vor. Benson berichtete kürzlich über Weichwerden und Platzen der Nähte bei Pfirsichen durch Fluoreinwirkung (22 a).

### Chlor

Die Verunreinigung der Luft durch chlorhaltige Abgase ist durchaus nicht so selten, wie sich vielleicht aus dem verhältnismäßig spärlich erscheinenden Schrifttum darüber vermuten ließe. Schwere Schäden durch HCl-haltige Nebel wurden früher in nächster Nähe von sog. Nebelgeräten, wie sie zum Frostschutz bzw. im Luftschutz üblich waren, beobachtet (76). Dabei wurden namentlich untere Partien von Bäumen und Sträuchern verätzt. In der Nähe von chemischen Fabriken, die Cl herstellen oder verarbeiten, kann es manchmal zu schädlichen Einwirkungen auf Pflanzen kommen, wie von Garber (79, 81) beschrieben: hellgraue bis hellbraune Verfärbungen der Blattflächen, die sich in akuten Fällen vom Blattrand ausgehend über die Blattfläche verbreiten.

Daß der niedrige pH-Wert von Regenwasserproben durch Verunreinigung der Luft mit HCl-haltigen Abgasen herbeigeführt war, konnte durch die Untersuchung von Gorham (86) in England nachgewiesen werden, und für die UdSSR wurden ähnliche Befunde von Chilingar (49) mitgeteilt. Allerdings ist allgemein der Cl-Gehalt der Luft nach der russischen Literatur doppelt so niedrig wie der SO<sub>2</sub>-Gehalt. Die Chlorkonzentration in atmosphärischen Niederschlägen wird z. T. über industriearmem Festland aus dem durch Sturm aufgepeitschten Meerwasser erhöht, und durch die Untersuchungen von Shworonkina und Dmitrijew (248) sind diese parallelen Erscheinungen bestätigt worden (vgl. auch 65 u. 280).

Von Antipov (16) wird berichtet, daß zwischen 20 perennierenden Pflanzen in der Nähe einer chemischen Fabrik in Leningrad, bei dem ein- oder zweimal monatlich HCl-Dämpfe ausströmen, nur *Funkia (Hosta) lancifolia*, Zier-Lupinen, Delphinien, Goldruten und Nelken nicht beschädigt wurden.

Über Begasungsversuche an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen haben Czech und Nothdurft (53) berichtet und dabei festgestellt, daß Chlor bei einstündiger Begasung in einer Konzentration von  $3 \times 10^{-4}$  alle Pflanzen sehr stark schädigt.

### Schwefelwasserstoff, Stickoxyd, Ammoniak und anderes

Über die Wirkung von H<sub>2</sub>S auf Menschen, Tiere und Pflanzen ist im VDI-MIK-Merkblatt berichtet und darin auch die vorliegende Literatur berücksichtigt, so daß sich Einzelheiten hier erübrigen. Erwähnt sei nur, daß sich die Japaner sehr eingehend in Untersuchungsreihen über die Wirkung des Schwefelwasserstoffes auf das Verhalten der Reispflanze beschäftigt haben (194, 203, 204, 205, 206). Im allgemeinen wird man nicht damit zu rechnen haben, daß Schädigungen durch H<sub>2</sub>S an gärtnerischen und landwirtschaftlichen Kulturpflanzen auftreten können, da bei den dafür notwendigen Konzentrationen eher Menschen und Tiere in Mitleidenschaft gezogen werden.

Über die toxischen Wirkungen von Quecksilberdämpfen und Quecksilberverbindungen auf Pflanzen haben Hitchcock und Zimmerman (109) berichtet. Organische Quecksilberverbindungen.



als Herbizide verwendet, können im Rasen Verfärbungen, Flecken und Verschwinden hervorrufen.

A m m o n i a k und N i t r a t e können in wechselnden Mengen je nach Berücksichtigung der Einflüsse von Industrien, Bevölkerungsdichte und Landwirtschaft im Regenwasser nachgewiesen werden.

Diesbezügliche Untersuchungen für alle Staaten der USA wurden von J u n g e (130) durchgeführt.

V e r s c h i e d e n e o r g a n i s c h e C h e m i k a l i e n können zur Verunreinigung der Luft beitragen, so haben G r i e r s o n und N e w - h a l l (90) über Beschädigungen von Citrusfrüchten durch Äthylen berichtet. N o b l e (201) hat bei Einwirkung dieses Gases trockene Kelchblätter an Orchideen und Einrollen bei Nelken beobachtet, wie dies ebenfalls in T u i n b o u w G i d s (15) beschrieben wurde. Toxische Gase, vor allem Stickstoffoxyde, die u. U. auch in die Atmosphäre gelangen, haben P e t e r s o n und Mitarbeiter (217) bei der Herstellung von Silagen für Futterzwecke feststellen können.

Über einen Fall der Vegetationsbeschädigung durch teerähnliche Substanzen in der Nähe einer Fabrik hat P e s a n t e (209) berichtet und Untersuchungen angestellt. Weiteres über die Aetiologie der Teerschäden hat K i s s e r (141) mitgeteilt.

Ein Verfahren zur Bestimmung der Bleiempfindlichkeit der Pflanzen hat W i l k i n s (294) an Untersuchungen mit den Gräsern *Agrostis tenuis* und *Festuca ovina* bekanntgegeben.

Über Bodenschädigungen durch versickerndes Mineralöl und damit verbundene Brunnenverunreinigung und Beeinträchtigung des Gießwassers für Gewächshäuser hat K n i c k m a n n (145 u. 145 a) berichtet.

C a s w e l l und C l i f f o r d (48) stellten bei Begasungen von Leguminosensamen (*Vigna*) mit einem Gemisch von Tetrachlorkohlenstoff und Äthylendichlorid (1 : 1) fest, daß der Feuchtigkeitsgehalt der Samen für eine Schädigung der entstehenden Sämlinge maßgebend ist.

### Smog

Über Smog (smoke + fog) ist in den letzten Jahren eine recht umfangreiche Literatur erschienen. Es ist das Verdienst von H u b e r (121), kurz das Wesentliche über Smog allgemeinverständlich dargestellt zu haben.

Die Auswirkungen der Beräucherungen mit ozonisierten Kohlenwasserstoffen, wie sie hauptsächlich in der Umgebung von Los Angeles vorkommen, sind von M i d d l e t o n und Mitarb. (190) beschrieben worden. Als empfindlichste Testpflanze diente die Pintobohne. Die gleichen Verfasser berichten über Schäden dieser Art an Citrusblättern (185, 189). Mit synthetischem Smog untersuchten T a y l o r und Mitarbeiter (269, 270) die Reaktion von Avocadopflanzen und T o d d (276) beschreibt die Wirkung von ozonisiertem Hexan auf Atmung und Photosynthese der Blätter, während B o b r o v (31) die Veränderung der Blattanatomie bespricht und die Pflanze als biologischen Indikator der Smogeinwirkung

benutzt (32). Es kommt bei empfindlichen Blättern zu Korkbildung nach dieser Einwirkung (33). Die Reaktion verschiedener Pflanzen (Gerste, Kohl, Erbsen, Tomaten, Luzerne, Bohnen, Sellerie, Salat, Spinat) auf die Smogeinwirkung hat Middleton (187) dargestellt. Glater (84) beschreibt Schäden an Farn.

An Reben beobachteten Richards und Mitarb. (231) zahlreiche punktförmige Blattflecke nach Smogeinwirkung. Allgemeine Wachstums-hemmungen an Pflanzen beschreibt Taylor (268). Kemmerer (135) beobachtete Photosyntheserückgang und Plasmolyse, bei 24stündiger Einwirkung Rückgang der Assimilation um 67 %. An *Lemma* stellten Todd und Mitarb. (278) Rückgang der Assimilation und Abnahme des Chlorophyllgehaltes fest. Die Atmung von Zitronenfrüchten und Bohnenpflanzen wurde stimuliert. Noble (200) fand, daß besonders die wachsenden Zellregionen geschädigt werden. Todd und Garber (277) stellten in Versuchen fest, daß bei Erbsen und Bohnen durch künstlichen Smog Wachstumsdepressionen und verstärkter Blattfall eintraten. Auch durch Ozon können, wie Heggstad und Middleton (97) zeigten, Blattflecken an Tabak, Bohnen und Reben entstehen. Schon ein erhöhter Sauerstoffgehalt kann bei manchen Pflanzenembryonen zum Stillstand des Wachstums und Rückgang der Enzymtätigkeit führen, wie von Siegel und Gerschmann (251) nachgewiesen wurde, und auch Ledbetter und Mitarb. (152 a) beschreiben die histopathologische Wirkung von Ozon auf Blätter. Schaltegger (238 a) berichtet über Ozonschäden an Obstbäumen.

Über die Verhütung von Smogschäden liegen einige Angaben vor, die sich hauptsächlich auf die Blattbesprühung mit Ascorbinsäure beschränken (13, 74). An mit Tabakmosaik-Virus infizierten Bohnenblättern fand Yarwood (296) geringere Schäden durch Smog als bei gesunden Blättern. Über die vorwiegend im Raum von Los Angeles durchgeführten Untersuchungen der Atmosphäre im Hinblick auf das Smogproblem berichten Renzetti und Romanovsky (229), Littmann und Mitarb. (160, 161) und Rogers und Mitarb. (234). Andere Forscher untersuchten z. T. die Vorbedingungen für die Smogbildung, so u. a. Rogers (233), Altshuller (5), Stephens (256) und Stephens und Mitarb. (257). Über den Nachweis mehrkerniger aromatischer Kohlenwasserstoffe in Wurzeln von *Chrysanthemum vulgare*, die in der Nähe von Gaswerken gewachsen waren, wurde kürzlich aus Finnland berichtet (14). Halogenkohlenwasserstoffe in der Luft wurden von Peterson und Mitarb. (216) mit Hilfe der Adsorption an Silicagel bestimmt.

Über hygienische Fragen des Smog-Problems hat Hettche (310 u. 311) berichtet.

#### **Flugstäube (Zement, Kohlenflugasche und andere)**

Über die zunehmende Verstaubung in der Nähe von Industriegebieten liegen z. T. alarmierende Berichte vor (98). Die Wirkung der Industrie-stäube auf Mensch, Tier und Pflanze ist je nach ihrer Zusammensetzung verschieden (182). Umstritten ist bisher die Wirkung des Zementstaubes

auf Pflanzen (s. Czaja, 52). Fortmann (72) hat an Gemüse-  
jungpflanzen und *Cyclamen* infolge mittlerer bis starker Zement-Be-  
stäubung der Fenster der Anzucht- und Kulturbete indirekte Schäden  
festgestellt. Direkte Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums stellten  
Lecrenier und Piquet (152) fest. Auch Kreutz und Walter  
(148) stellten bei ihren Staubbmessungen fest, daß bei den Maximal-  
werten von über  $2\text{ g/m}^2$  in 24 Std. erhebliche Belästigungen der Be-  
völkerung und Qualitätsminderungen an Obst, Gemüse und Futter-  
pflanzen in Kauf genommen werden mußten. Im allgemeinen wird den  
Flugstäuben aus Zementfabriken aber eine fördernde Wirkung auf das  
Pflanzenwachstum infolge des hohen Ca- und  $\text{K}_2\text{O}$ -Gehaltes zugeschrie-  
ben (58, 162). Ebenso soll die Flugasche aus Braunkohle und Steinkohle  
auf Grund zahlreicher Versuche eine düngende bzw. reaktionsverschie-  
bende Wirkung haben (37, 64, 114, 115, 116, 117, 118, 144). Der hohe  
Borgehalt der Flugasche kann störend wirken (119), ebenso kann ein  
hoher Al- und Mn-Gehalt das Pflanzenwachstum hemmen (227). Des-  
gleichen wird manchmal ein zu hoher CaO- bzw. MgO-Gehalt der Flug-  
stäube als nachteilig wegen der Verschiebung der Bodenreaktion in den  
alkalischen Bereich empfunden. Leitenberger (154, 155) empfiehlt  
in solchen Fällen Düngemittel auf Torfbasis.

Schmittmann (244) berichtet, daß vom Rindvieh in Industrie-  
gebieten täglich bis zu 2 kg Rohasche oder Flugstaub aufgenommen wer-  
den. Fortmann (70) stellte einen Minderzuwachs von 26,6 % bei  
Jungrindern unter dem Einfluß von Zementstaub fest. (Vgl. auch  
Hölte, 110, 111.) Cohrs und Trautwein (50) fanden aber,  
daß wesentliche Gesundheitsstörungen durch Einwirkung von Zement-  
stäuben bei Schafen und Rindern nicht eingetreten waren. Schädigungen  
sind unter natürlichen Bedingungen nur zu erwarten, wenn dem Zement-  
staub andere toxische Fabrikationsprodukte, wie Fluorgase, beigemengt  
sind. Den Anteil an Feststoffen in den Abgasen der Zementwerke be-  
stimmt Ihlefeldt (124). Gesundheitsschäden sind durch Zement-  
stäube nach Frieberger (75 a) nicht zu befürchten.

Über die Einwirkung von Flugaschen auf Fichtennadeln und deren  
Absterben in der Nähe eines Elektrokombinats hat Maran (165) be-  
richtet. Derselbe Autor gab eine Übersicht (166) über die der Land-  
wirtschaft durch Exhalationen und Flugasche verursachten Schäden (vgl.  
auch 167). Neben den Schäden an Pflanzen werden solche an Tieren fest-  
gestellt, gingen doch 12,3–40,8 kg Asche durch den Verdauungstraktus  
eines Tieres hindurch. Hermann (106) hat Fütterungsversuche mit  
Steinkohlenflugasche bei Milchkühen angestellt und nachteilige Wirkun-  
gen nicht beobachtet.

Ersov (66) studierte die Photosynthese in sauberen und bestäubten  
Blättern von *Tilia cordata* und *Ulmus pinnato-ramosa*. Während früh-  
morgens die Assimilationsleistung in bestäubten Blättern höher lag als  
in normalen, war in der Zeit von 11–14 Uhr die Leistung der bestäub-  
ten Blätter viel geringer. Rohmeder (235) stellte gehemmten Zu-  
wachs der Fichte durch Staub und Ruß fest. Über Rauch- und Ruß-  
belästigungen durch Bahnbetriebsanlagen hat Büsing (46 a) berichtet.

Ein einfaches mikroskopisches Verfahren mit Abziehfilm bzw. durch Abklatschpräparate zur Feststellung des Verschmutzungsgrades von Blattoberflächen haben K i s s e r und L e h n e r t (143) bekanntgegeben.

Über Probleme und Möglichkeiten bei der Aufforstung von Halden und anderen Aufschüttungen im Ruhrgebiet hat R o o s e n (237) berichtet. Ausschlaggebend für einen Erfolg sind neben der Pflanzenwahl auch die Belegung des Nährstoffhaushaltes und des Bakterienlebens. Weitere Untersuchungen über die Ökologie stillgelegter Bergwerkshalden liegen von H a l l (92) vor. Von besonderer Bedeutung für das Wachstum von Pflanzen auf Schlackenhalde ist die Temperatur. Wie R i c h a r d s o n (230) zeigte, können an der Südseite nackter Halden im Juli Maximaltemperaturen von  $45-57^{\circ}\text{C}$  gemessen werden. Mit zunehmender Tiefe nahm die Erwärmung stark ab ( $7,6\text{ cm} = 22^{\circ}$ ,  $15,2\text{ cm} = 12,5^{\circ}$ ,  $22\text{ cm} = 5^{\circ}$ ). Versuche zur Nutzung unfruchtbarer Böden mit hohem Gehalt an Blei und Zink hat K n i c k m a n n (146) durchgeführt. Auf kiesig-sandigen Böden sind Pflanzenschäden am schwersten, Ton- und Humusgehalt mildern die Vergiftungserscheinungen. Über den natürlichen Pflanzenwuchs auf industriellem Ödland hat K r ü g e r (148 a) Beobachtungen angestellt.

Die Verteilung gewisser Metalle in der Luft amerikanischer Städte untersuchten T a b o r und W a r r e n (267). Je  $\text{m}^3$  Luft wurden  $0,4-49\ \gamma\ \text{Zn}$ ,  $0,23-30\ \gamma\ \text{Fe}$ ,  $0,05-30\ \gamma\ \text{Cu}$ ,  $0,33-17\ \gamma\ \text{Pb}$  und  $0,01-3\ \gamma\ \text{Mn}$  festgestellt.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen von mit Membranfiltern abgeschiedenem Luftstaub führten S c h i m m e l und W a l t e r (239) durch. Ein Zutritt großer Partikel ( $> 20\ \mu$ ) wurde bei der Ansaugung ausgeschlossen. Ein Maximum der Teilchenzahl wurde bei einem Korndurchmesser von  $0,1-0,2\ \mu$  ermittelt, und ein steiler Abfall der Teilchenhäufigkeit ist unterhalb von  $0,1\ \mu$  festzustellen. Ein Verfahren zur Gewinnung von Mikronährstoff- bzw. Spurenelementdüngemitteln aus den Abgasen der metallverarbeitenden Industrien hat J o s t (128) patentieren lassen.

Eine neue Methode zur Messung des Staubbiederschlags der Luft hat T r a p p e n b e r g (281) in seiner Dissertation „Theoretische und experimentelle Untersuchung zur Staubverteilung einer Rauchfahne“ beschrieben. R e i f f e r s c h e i d (228) hat die bemerkenswerte Feststellung getroffen, daß der Staubanteil der Luft in Trümmerstädten nicht höher liegt als vor dem Kriege. S c h w a r z und Mitarb. (306) führten Messungen des Staubbiederschlags im Stadtgebiet Essen von Ende 1955 bis Anfang 1957 durch. Im nördlichen Essen kann mit einem Staubbiederschlag von etwa  $50\text{ g/m}^2/30\text{ Tage}$ , im südlichen Essen mit weniger als  $30\text{ g/m}^2/30\text{ Tage}$  gerechnet werden.

#### Hinweis auf radioaktive Verunreinigungen der Luft

Es ist in diesem Zusammenhang vielleicht angebracht, auf das Schrifttum über die radioaktive Strahlung aufmerksam zu machen, wobei naturgemäß nur einige der hauptsächlichsten Quellen genannt werden können. Eine gute Übersicht über verschiedene biologische Wirkungen



der Atomstrahlen liegt von der Naturwiss. Akademie in Washington vor (9), in der über genetische, physiologische, pathologische, meteorologische, ozeanographische, landwirtschaftliche und fischereibiologische Fragen berichtet wird.

Einzelarbeiten über die Erforschung der radioaktiven Verseuchung der Feldfrüchte und Gartenpflanzen durch H-Bombenversuche auf dem Bikini-Atoll haben die Japaner veröffentlicht (132, 191, 192, 193, 249, 250, 279, 297). Über Einzelheiten muß entweder auf die Originalarbeiten oder auf die ausführlichen Referate verwiesen werden.

Über die Anhäufung von radioaktiven Niederschlägen durch Pflanzen berichtet Gorham (87), der Asche von frischgesammelten Pflanzen mit der von Herbarpflanzen verglich und eine erhöhte Aktivität in Frischpflanzenasche feststellen konnte. Müller und Bäuml er (196) untersuchten die Radioaktivität von Regenwasser und Staub im Laufe eines Jahres und fanden, daß Gebiete Südwestdeutschlands stärker betroffen waren als die übrigen Teile.

Russische Forscher maßen die durch Aerosole bedingte Radioaktivität der Luft (21) und stellten fest, daß die Radioaktivität sehr von meteorologischen Bedingungen abhängig ist.

Zum Abschluß dieser wohl keinesfalls vollständigen Übersicht sei darauf hingewiesen, daß bei der Dokumentationsstelle des Vereins Deutscher Ingenieure die Fachdokumentation „Reinhaltung der Luft“ besteht, die die Aufgabe hat, die im wissenschaftlichen und technischen Schrifttum erschienenen Veröffentlichungen über das Gesamtgebiet der Luftverunreinigungen zu sammeln, zu ordnen und zugänglich zu machen.

#### Literaturverzeichnis

1. Abramaschwili, G. G.: Einfluß der Verunreinigungen der Luft auf die Nadelbäume. Hyg. u. Sanitätswesen, Moskau, **22**, 67—69, 1957 (Russ.) (Ref. Chem. Zbl., **129**, 169, 1958).
2. Adams, D. F., Gardner, S. C., Gnagy, M., Koppe, R. K., Mayhew, D. J., and Yerkes, W. D. jr.: Relationship of atmospheric fluoride levels and injury indexes on gladiolus and Ponderosa pine. J. agric. Chem., **4**, 64—66, 1956 (Ref. Horticult. Abstr., **26**, 348, 1956).
3. Adams, D. F., Hendrix, J. W., and Applegate, H. G.: Relationship among exposure periods, foliar burn, and fluorine content of plants exposed to hydrogen fluoride. J. agric. Food Chem., **5**, 108—116, 1957 (Ref. Horticult. Abstr., **27**, 323, 1957).
4. Adams, D. F., Shaw, C. G., and Yerkes, W. D. jr.: Relationship of injury indexes and fumigation fluoride levels. Phytopathology, **46**, 587—591, 1956 (Ref. Rev. appl. Mycol., **36**, 337, 1957).
5. Altshuller, A. P.: Thermodynamische Betrachtungen über die Wechselwirkung von Stickstoffoxyden und -sauerstoffsäuren in der Atmosphäre. J. Air Pollut. Control Assoc., **6**, 97—100, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 2395, 1959).

6. Anonym: Smoke. The problem of coal and the atmosphere. Coke and gas (London), **9**, 307 + 312, 1947 (Ref. Bibliograph. d. Dt. Wetterd., Nr. 1, **91**, 1950).
7. Anonym: Tracking Atmospheric Fluorides. Research for Industry, a News Bulletin from Stanford Research Institute, **5**, 1—2, 1953.
8. Anonym: Fluorschäden bei Rheinfelden und Möhlin. Leben und Umwelt (Basel), **12**, 69—71, 1955 (Ref. Bibliograph. d. Dt. Wetterd., Nr. 8, **88**, 1956).
9. Anonym: The biological effects of atomic radiation. Summary reports. Nat. Acad. Sci. (Nat. Res. Council), Washington, 1956, 108 S.
10. Anonym: Die Verunreinigung der Luft. Umschau, H. 10, 298—300, 1957.
11. Anonym: Toxische Luftverunreinigungen und ihre Nachweise. Chem. Engng. News, **34**, 4830, 4890, 1956; **35**, 84, 1957 (Ref. Naturwiss. Rdsch., **60**, 314, 1957).
- 11a. Anonym: Industrielle Immissionen und ihre Auswirkungen in der Land- und Forstwirtschaft. Bericht des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 27. 2. 1957.
12. Anonym: 40 000 Hektar durch Rauch gefährdet (Deutschland). (Ref. Pflanzenschutz Kurier **3**, 14, 1958).
13. Anonym: Smog protector for plants. J. agric. Food Chem., **6**, 697, 1958 (Ref. Hortic. Abstr. **29**, 15, 1959).
14. Anonym: Nachweis mehrkerniger aromatischer Kohlenwasserstoffe aus den Wurzeln von *Chrysanthemum vulgare* Bernh. Acta chem. Scand., **13**, 834—835, 1959.
15. Anonym: Einfluß von Äthylen, Leuchtgas und reifen Früchten auf die Haltbarkeit von Schnittblumen. (holl.) Tuinbouw Gids, (Den Haag), **16**, 606, 1959.
16. Antipov, V. G.: Resistance of perennials to gases. Sad i Ogorod, H. 1, 74, 1956 (Russ.) (Ref. Hortic. Abstr., **26**, 438, 1956).
17. —: Die Wirkung der von Industriebetrieben in die Luft gelangenden Gase auf den Samen von Bäumen und Sträuchern. Bot. J., Moskau, **42**, 1230—1232, 1957 (Russ.) (Ref. Chem. Zbl., **129**, 3364, 1958).
18. —: Der Einfluß von Rauch und Gasen der Industrie auf die saisonmäßige Entwicklung der Holzarten und Sträucher. Bot. J., Moskau, **42**, 92—95, 1957 (Russ.) (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh., **66**, 96, 1959).
19. Balks, R.: Die Untersuchung von Rauchschäden. Handb. landw. Vers. u. Unters. Methodik (Methodenbuch) Bd. XVI (Radebeul) 1953. Verwertung der Abwässer und die Untersuchung von Rauchschäden, 85—126.
20. Baumeister, W., und Burghardt, H.: Untersuchungen über die physiologische Wirkung von Fluorid bei Tomaten und Spinat. Flora **144**, 213—228; 1957 (Ref. Landwirtsch. Zbl., **2**, 1176, 1957).
21. Beloussow, A. S., u. Mitarb.: Die durch Aerosole bedingte Radioaktivität der Luft. Hyg. u. Sanitätswesen, (Moskau), **23**, 17—22, 1958 (Russ.) (Ref. Chem. Zbl., **130**, 5738, 1959).
22. Benedict, H., and Breen, W. H.: The use of weeds as a means of evaluating vegetation damage caused by air pollution. Proc. 3rd. Nat. Air Poll. Symp. (Pasadena), 1955, 177—190.

- 22a. Benson, N. R.: Fluoride injury or soft suture and splitting of peaches. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci., **74**, 184—198, 1959.
23. Berge, H.: Immissionsschäden an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen. Hamburg u. Berlin 1958, 23 S.
- 23a. —: Immissionsschäden an Unterglaskulturen. Dtsch. Gärtnerbörse Nr. 21, 249, 1959 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh., **67**, 227, 1960).
- 23b. —: Durch Schwefeldioxyd bedingte Immissionsschäden an Obst- u. Waldbäumen. Die Gartenbauwissenschaft, **24**, (6), 220, 1959.
- 23c. —, und Dahmen, H.: Die Anwendungsmöglichkeiten der chemischen Luft- und Pflanzenanalyse zur Beurteilung industrieller Immissionen. Forschungsber. d. Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 821. 1959. 58 S.
24. Bergerhoff, H.: Immissionsschadenfragen unter besonderer Berücksichtigung von Raucheinwirkungen. Schriftenreihe d. Hauptverb. f. landw. Buchf. u. Ber., Vorträge auf d. Tagungen d. Hauptverb. i. Hann. Münden u. Goslar 1954, H. 27, 40—58.
25. Bethge, H.: Spektralphotometrische Untersuchungen rauchgeschädigter Pflanzen. Außenlufthyg. 1. Folge, Schriftenr. d. Ver. Wasser-, Bod. u. Lufthyg., Berlin-Dahlem, Nr. 12, 3—22, 1957.
26. —: Spektralphotometrie und Rauchschadendiagnostik. Außenlufthyg. 2. Folge, Schriftenr. d. Ver. Wasser-, Bod. u. Lufthyg., Berlin-Dahlem, Nr. 13, 3—10, 1958.
27. Beyreis, O.: Lufthygiene in den USA. Außenlufthyg., Nr. 10, 1—26, 1955.
28. Biebersdorf, F. W., Shrewsbury, C. L., McKee, H. C., and Krough, L. H.: Vegetation as a measure of air pollution. I. The pine (*Pinus Taeda*). Bull. Torrey Bot. Club, **85**, 197—200, 1958 (Ref. Biol. Abstr. (Sect. D), **32**, 32 795, 1958).
29. Bienstock, D., Brunn, L. W., Murphy, E. M., und Benson, H. E.: Schwefeldioxyd — sein chemisches Verhalten und seine Beseitigung aus Industrieabgasen. U.S. Dep. Interior, Bur. Mines Inform. Circ., Nr. 7836, 1—96, 1958 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 4273, 1959).
30. Bleasdale, J. R. A.: Smoke pollution and the growth of plants. Herb. Abstr., **27**, 161—165, 1957 (Ref. Horticult. Abstr., **28**, 8, 1958).
31. Bobrov, R. A.: The effect of smog on the anatomy of leaves. Phytopatology, **42**, 558—563, 1952.
32. —: Use of plants as biological indicators of smog in the air of Los Angeles County. Science, **121**, 510—511, 1955 (Ref. Horticult. Abstr., **25**, 350, 1955).
33. —: Cork formation in table beet leaves (*Beta vulgaris*) in response to smog. Proc. 3rd. nat. Air Poll. Symp. 1955, 199—206 (Ref. Horticult. Abstr., **26**, 99, 1956).
34. Bösenberg, Th.: Rauch- und Staubschäden. In: Tätigkeitsbericht d. Joseph-König-Instituts Münster, 1956, 14.
35. —: Rauch- und Staubschäden. In: Tätigkeitsbericht d. Joseph-König-Instituts Münster, 1957, 9.
36. Bötticher, W., und Quentin, K. E.: Über den Fluorgehalt von Pilzen. Dtsch. Lebensm. Rdsch., **54**, 189—192, 1958 (Ref. Pharm. Zentralhalle Deutschl., **98**, 259, 1959).

37. von Bomhard, H. G.: Der Einfluß von Steinkohlenflugasche auf Boden und Pflanze. Diss. T. H. München 1955 (Ref. „Kurz und bündig“ **8**, 260, 1955).
38. Bovay, E.: Dégats occasionées aux arbres fruitiers par les gaz fluorés. Ann. agric. Suisse, **59**, 541—544, 1958 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh., **66**, 594, 1959).
39. Brewer, R. F., McColloch, R. C., and Sutherland, F. H.: Fluoride accumulation in foliage and fruit of wine grapes growing in the vicinity of heavy industry. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci., **70**, 183—188, 1957 (Ref. Biol. Abstr. [Sect. D], **32**, 1765, 1958).
40. Brewer, R. F., Chapman, H. D., Sutherland, F. H., and McColloch, R. B.: Effect of fluorine additions to substrate on navel orange trees grown in solution cultures. Soil Sci., **87**, 183—188, 1959 (Ref. Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde., **86**, 161, 1959).
41. Brisley, H. R., Davis, C. R., and Booth, J. A.: Sulphur dioxide fumigation of cotton with special reference to its effect on yield. Agron. J., **51**, 77—80, 1959.
42. Broadhurst, J.: Roses in the smoke. Rose Annu. 1957, 68—70 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 1053, 1959).
43. Buchner, A.: Schwefelzufuhr durch Niederschläge. Die Schwefelversorgung der westdeutschen Landwirtschaft. Landwirtsch. Forschung, **11**, 85, 1958.
44. Bulicek, J.: Die gesundheitlich-wasserwirtschaftliche Beurteilung von Wasser und Luft. Státní Nakladatelství Technické Literatury, Prag 1957, 155 S. (Tschech.) (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 964, 1959).
45. Büschler, M.: Spektralphotometrischer Nachweis von Säureschäden an Pflanzen. Außenlufthyg. 2. Folge, Schriftenr. Ver. Wasser-, Bod.- u. Lufthyg. Berlin-Dahlem, 1958, Nr. 13, 11—20.
46. Bursche, E. M.: Vegetationsschäden durch Fluor. Außenlufthyg., Schriftenr. Ver. Wasser-, Bod.- u. Lufthyg. 1956. Nr. 10, 39—83.
- 46a. Büsing, K.: Über die Rauch- und Rußbelästigung der Stadt Bebra durch die Bundesbahnbetriebsanlagen. Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
47. Baumli, F.: Untersuchungen über die medikamentöse Beeinflussung der chronischen Fluorose beim Rind. Diss. Vet.-med. Fak. Universität Bern, 1957, 42 S.
48. Caswell, G. H., und Clifford, H. T.: Einfluß von Begasung und Feuchtigkeitsgehalt auf das Sämlingswachstum der Leguminose *Vigna unguiculata*. Nature (London), **182**, 340—341, 1958 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 8937, 1959).
49. Chilingar, G. V.: Cl' and SO<sub>4</sub>'' content of atmospheric precipitation in USSR: A summary. Trans. Amer. geophysic. Union, **37**, 410—412, 1956 (Ref. Biol. Abstr. [Sect. D], **31**, 9840, 1957).
50. Cohrs, P., und Trautwein, G.: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Zementstaub auf Tiere. Arch. Exp. Vet. Med., **13**, 403—421, 1959.
51. Cole, G. A.: Air pollution with relation to agronomic crops. III. Vegetation survey methods in air pollution studies. Agron. J., **50**, 553—555, 1958 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 1521, 1959).



52. Czaja, A.: Zementstaubwirkungen auf Pflanzen. Manuskript VDI, 1957.
53. Czech, M., und Nothdurft, W.: Untersuchungen über Schädigungen landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen durch Chlor-, Nitro- und Schwefeldioxydgase. Landwirtsch. Forsch., **4**, 1—36, 1952.
54. Darley, E. F., Middleton, J. T., und Kendrick, J. B. jr.: Schwefeldioxyd-Schäden an Citrusfrüchten. Calif. Agric., **10**, 1, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **128**, 723, 1957).
55. Das-Gupta, S. N.: Air pollution in relation to plant diseases. Sci. and culture, **23**, 165—170, 1957 (Ref. Biol. Abstr. [Sect. D], **32**, 2087, 1958).
56. —, Jyer, S. N., and Verma, G. S.: Studies in the diseases of *Mangifera indica* Linn. IX. Isolation of a brick-kiln fume constituent causing mango necrosis. Indian. J. agric. Sci., **26**, 259—266, 1956 (Ref. Hortic. Abstr., **27**, 459, 1957).
57. Deckert, W.: Eisen(III)-rhodanidpapier als analytisches Reagens bei Luftuntersuchungen. Ztschr. analyt. Chem., **150**, 421—425, 1956 (Ref. Ztschr. Lebensmittelunters. u. -Forsch., **106**, 246, 1957).
58. Demortier, G., Darcheville, M., und Riga, A.: Staub von Zementwerken, eine für Pflanzen assimilierbare Kaliumquelle. Bull. Inst. agronom. Stat. Rech. Gembloux, **24**, 474—504, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 10 703, 1959).
59. Diem, M., und Trappenberg, R.: Berechnung der Ausbreitung von Staub und Gas. Forschungsberichte d. Wirtschafts- u. Verkehrsministeriums Nordrhein-Westfalen 1957, Nr. 502 (Ref. Gartenbauwissenschaft., **23**, 57, 1958).
60. Diercks, R.: Pflanzenschäden durch Rauchabgänge unter besonderer Berücksichtigung einiger Schadensfälle in Oberbayern. Pflanzenschutz (München), **11**, 151—157, 1959.
61. Egle, K.: Rauchgasschäden an Kulturpflanzen. Mitt. der VGB, **1957**, H. 46, 11—12.
62. Egnér, H.: Die Bedeutung der Nährstoffzufuhr durch Luft und Niederschläge für die Bodenfruchtbarkeit. Landwirtsch. Forsch., Sonderheft 7, 90—94, 1954—1956.
63. Eick, H. J.: Rauchschäden. Allg. Forstz., **8**, 32—33, 1953 (Ref. Bibliogr. d. Dt. Wetterd., **5**, 64, 1953).
64. Endell, J.: Braunkohlenflugasche Fortuna als Kalkdüngemittel. Braunkohle, Wärme u. Energie, **10**, 326—335, 1958 (Ref. Chem. Zbl. **130**, 13 291, 1959).
65. Eriksson, E.: Tillförseln av näringsämnen i luft till mark och vegetation. Växt-Närings-Nytt, **15**, 1—6, 1959.
66. Erschow, M. F.: Photosynthesis in clean and dusty leaves of *Tilia cordata* and *Ulmus pinnato-ramosa*. Dokl. Akad. Nauk SSSR, **112**, 1136—1138, 1957 (Russ.) (Ref. Hortic. Abstr., **27**, 323, 1957).
67. Fainberg, J., und Edelstein, O.: Über Wege der Verwertung fluorhaltiger Abgase der Phosphordüngemittelindustrie. Chem. Ind., 1959, 116—123 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 16 456, 1959).

68. Flach, E.: Über die Verteilung der Luftverunreinigung in ausgewählten Landschaftsgebieten der DDR. (Verunreinigungen durch Abgase der Industrie, der Siedlungen und des Verkehrs.) In: Lingner, R., und Carl, F. E.: Landschaftsdiagnose der DDR (Berlin, VEB Verl. Technik), 1952, S. 123—134 (Teilabdruck).
69. Foran, M. R., Gibbons, E. V., und Wellington, J. R.: Die Messung von Schwefeldioxyd und Chloriden in der Atmosphäre. Chem. i. Canada, **10**, 33—41, 1958 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 8819, 1959).
70. Fortmann, H.: Beeinflussung von Futterpflanzen und Nutztieren durch Rauchgase und Flugasche im Industriegebiet. Vortrag 2. 4. 1957 in Bad Hersfeld. Verb. Dt. Landwirtsch. Unters. u. Forschungsanst., Fachgruppe Tierernährung.
71. —: Beitrag zur Frage der Einwirkungen von Staub aus Zementwerken auf Pflanzen und Boden. Hiltrup 1957, 65 S.
72. —: Luftverunreinigungen und deren Wirkungen auf Pflanzen und Tiere. Z. Aerosol-Forsch., **7**, 61—77, 1958.
73. —: Über notwendige Maßnahmen zur Luftreinhaltung. Natur und Landschaft, **33**, 165—168, 1958.
- 73a. Fox, E. J., und Hill, W. L.: Faktoren, die die Fluorverflüchtigung während der Behandlung von Rohphosphat mit Schwefel- und Phosphorsäure beeinflussen. J. agric. Food Chem., **7**, 478—483, 1959 (Ref. Chem. Zbl., **131**, 6628, 1960).
74. Freebairn, H. T.: The prevention of "smog" injury to plants by the use of sprays and metal filters. Plant Physiol., **33**, Suppl. XLII, 1958 (Ref. Horticult. Abstr., **29**, 15, 1959).
75. Freisberg, E.: Abgase in ihrer Auswirkung auf die Landwirtschaft. Mitt. DLG, **72**, 12—15, 1957.
- 75a. Frieberger, Ch.: Gesundheitsschäden durch Luftverunreinigungen in der Umgebung eines Zementwerkes. Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
76. Garber, K.: Abschnitt VI, 2 im Jahresber. Staatsinst. Angew. Bot. Hamburg 1939—1950, **57—68**, 157, 1954.
77. —: Die Bedeutung der Reinheit von Luft und Wasser für Mensch, Tier und Pflanze. Prakt. Schädlingsbekämpfer, **8**, 33—36, 1956.
78. —: Bericht über das Auftreten von Schäden durch Rauch-, Staub- und Gasabgänge der Industrie im Bereich der Freien und Hansestadt Hamburg. Manuskript 1956, 1—3 (unveröffentlicht).
79. —: Abschnitt VI, 2 im Jahresber. Staatsinst. Angew. Bot. Hamburg 1951—1953, **69—71**, 117, 1958.
80. —: Erfahrungen mit der Blattanalyse bei Rauchschadenuntersuchungen. Referat Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverständiger, Bochum, 6.—8. 10. 1959.
81. —: Abschnitt VI, 2 im Jahresber. Staatsinst. Angew. Bot. Hamburg 1954—1957, **72—75**, 156—160, 1959.
82. Gericke, S., und Kurmies, B.: Pflanzennährstoffe in den atmosphärischen Niederschlägen. Phosphorsäure, **17**, 279—300, 1957.
83. Gisiger, L.: Von den Fluorschäden im Gebiet Rheinfeldens (Oberrhein) und Möhlin. Mitt. Geb. Lebensmitteluntersuch. Hyg., **47**, 333—343, 1956 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh. **66**, 28, 1959).

84. Glater, R. A. B.: Smog damage to ferns in the Los Angeles area. *Phytopathology*, **46**, 696—698, 1956 (Ref. Biol. Abstr. Sect. D, **31**, 12 236, 1957).
85. Glocker, K., Krüssmann, G., und Fortmann, H.: Beiträge zur Kenntnis der Industriefestigkeit der Gehölze, 1. Folge. Immergrüne Gehölze. Schriften zur Förderung des Gartenbaues, H. 10. Verlag Deutsche Gärtnerbörse. Aachen 1957, 34 S. Deutsche Baumsch., **9**, 85—92, 124—128, 150—153, 173—177, 1957.
86. Gorham, E.: Atmospheric pollution by hydrochlorid acid. *Quart. J. roy. meteor. Soc.*, **84**, 274—276, 1958 (Ref. Biol. Abstr. Sect. D, **33**, 28 597, 1959).
87. —: Die Anhäufung von radioaktiven Niederschlägen durch Pflanzen im englischen Lake District. *Nature (London)*, **181**, 1523—1524, 1958 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 5190, 1959).
88. Govi, G., e Ercolani, G. L.: Dannosi effetti dello "smog" sulle piante. *Progresso agric.*, **4**, 1109—1116, 1958 (Ref. Horticult. Abstr., **29**, 388, 1959).
89. Greenburg, L., und Jacobs, M. B.: Schwefeldioxyd in der Stadtatmosphäre von New York. *Ind. Engng. Chem. (New York)*, **48**, Nr. 9 (Part. I), 1517—1521, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **129**, 3834, 1958).
90. Grierson, W., and Newhall, W. F.: Tolerance to ethylene of various types of citrus fruit. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.*, **65**, 244—250, 1955 (Ref. Rev. appl. Mycol., **35**, 97, 1956).
- 90a. Guderian, R., van Haut, H., und Stratmann, H.: Probleme der Erfassung und Beurteilung von Wirkungen gasförmiger Luftverunreinigungen auf die Vegetation. *Ztschr. Pflanzenkrankh.*, **67**, 257—264, 1960.
91. Gwirtsman, J., Mavrodineanu, R., and Coe, R. R.: Determination of fluorides in plant tissue, air and water, Apparatus and procedures. *Analytic. Chem.*, **29**, 887—892, 1957 (Ref. Horticult. Abstr., **27**, 497, 1957).
- 91a. Haase, P.: Einwirkung des Stadtklimas auf die Nadelhölzer in Hamburg. Vortrag 1. 3. 1960, Bot. Verein, Hamburg.
92. Hall, G.: The ecology of disused pit heaps in England. *J. Ecology*, **45**, 689—720, 1957 (Ref. Landwirtschaft. Zbl. II, **4**, 2071, 1959).
93. Hansen, E. D., Wiebe, H. H., and Thorne, W.: Air pollution with relation to agronomic crops. VII. Fluoride uptake from soils. *Agronomy J.*, **50**, 565—568, 1958 (Ref. Landwirtschaft. Zbl. II **4**, 1522/23, 1959).
94. Härtel, O.: Eine neue Methode zur Erkennung von Raucheinwirkungen an Fichten. *Zbl. ges. Forst- u. Holzwirtschaft.*, **72**, 12—21, 1953 (Ref. Fortschr. Bot. 1955).
95. —: Neues zum Trübungstest. Votr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
96. —, und Papesch, E.: Über die Wachausscheidungen von Koniferen. *Ber. dt. bot. Ges.*, **68**, 133—142, 1955 (Ref. Landwirtschaft. Zbl., **4**, 538—539, 1956).
97. Heggstad, H. E., and Middleton, J. T.: Ozone in high concentrations as cause of tobacco leaf injury. *Science*, **129**, 208—210, 1959 (Ref. Biol. Abstr. Sect. D, **33**, 27 585, 1959).

98. Helfert, H.: Gartenbaubetriebe ersticken unter Flugasche. *Gartenwelt*, **57**, 135—136, 1957.
99. —: Auch im Industriegebiet wachsen Stauden. *Gartenwelt*, **7**, 143, 1959.
100. Heller, A.: Verfahren zur Untersuchung der Außenluft und deren Bedeutung für die Lufthygiene. *Schriftenr. Ver. Wass.-, Bod.- u. Luft-hyg. (Außenlufthyg.)*, Nr. 10, 27—38, 1955.
101. —: Die industriellen Immissionen in den Räumen Salzgitter, Offleben und Oker—Harlingerode im Jahre 1956. *Nieders. Landesverwaltungsamt Hannover*, 1959, 94 S.
102. —: Stellungnahme zum Entwurf eines Gesetzes zur Änderung der Gewerbeordnung und Ergänzung des BGB — Drucksache 301 des Deutschen Bundestages, Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
- 102a. —, und Löbner, A.: Die Bedeutung reiner Luft in der Orts- und Landesplanung. *Stadtreinigung CF III (Orts- u. Landesplanung)*. Berlin-Charlottenburg 1953, 50 S.
103. Hendrix, J. W., and Hall, H. R.: Relationship of stomatal size and number in gladiolus to varietal response to atmospheric fluorides. *Phytopathology*, **47**, 523, 1957 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **28**, 110, 1958).
104. —, —: The relationship of certain leaf characteristics and flower color to atmospheric fluoride-sensitivity in gladiolus. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.*, **72**, 503—510, 1958 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **29**, 507, 1959).
105. Hennebo, D.: Staubfilterung durch Grünanlagen. *Wiss. Berichte II, Bauwesen*, H. 19, Berlin 1955, 79 S.
106. Hermann, M.: Fütterungsversuche mit Steinkohlenflugasche bei Milchkühen. *Dissertation, Hannover* 1955.
- 106a. Hettche, O.: Das Grün der Großstadt — sein Nutzen und seine Gefährdung. *Vortr. 15.3.1960 auf d. Hauptversammlg. Ver. Naturschutzpark, Landesgruppe Hamburg*.
107. Hill, A. C., Transtrum, L. G., Pack, M. R., and Winters, W. S.: Air pollution with relation to agronomic crops. VI. An investigation of the "hidden injury" theory of fluoride damage to plants. *Agronomy J.*, **50**, 562—565, 1958 (Ref. *Landwirtsch. Zbl. II*, **4**, 1522, 1959).
108. —, —, —: Effects of atmospheric fluorides and various tipes of injury on the respiration of leaf tissue. *Plant Physiology*, **34**, 11—16, 1959 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **29**, 388, 1959).
109. Hitchcock, A. E., and Zimmerman, P. W.: Toxic effects of vapors of mercury and of compounds of mercury on plants. *Ann. New York Acad. Sci.*, **65**, 474—497, 1957 (Ref. *Ztschr. Pflanzenkrankh.*, **66**, 439, 1959).
110. Hölte, W.: Besprechung von Versuchen über Wirkungen auf die Rindviehhaltung bei Verabfolgung von rauch- oder flugstaubbeeinflußtem Futter. *Arb. a. d. Landesanst. f. Bodennutzungsschutz Bochum*, 1957, 31 S.
111. —: Fragen um die Flugstaubsedimentation im Ostteil des rheinischen Braunkohlengebietes. *Arb. a. d. Landesanst. f. Bodennutzungsschutz Bochum*, 1957, 26 S.
- 111a. —: Rauchschadenprobleme in Industriegebieten. *Natur u. Landschaft*, 1960, Nr. 3.



112. Hölte, W.: Zur Kenntnis von Wesen und Erscheinungsformen der Schwefligsäureeinwirkung auf die Pflanzenwelt. Ztschr. Pflanzenkrankh., **65**, 32—36, 1958.
- 112a. Hoffmann, A.: Die Belastung der Atemluft mit Schwefeloxiden während der Nebelperiode im Februar 1959. Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
113. Hoffmann, R.: Siedlungsplanung in Gebieten gefährdeter Luftreinhaltung. Raumforsch. u. Raumordn., **16**, 146—151, 1958 (Ref. Landwirtschaft. Zbl. II, **4**, 1190, 1959).
114. Hofmann, E., und Amberger, A.: Über den Einfluß von Steinkohlenflugasche auf Boden und Pflanzen. Schriftenreihe Ver. Wasser-, Boden-, Lufthyg., Berlin-Dahlem 1956, Nr. 11, 67—80 (Ref. Chem. Zbl., **128**, 8047, 1957).
115. —, —: Die Flugasche der Kohlen von Peißenberg (Obb.) und ihre Düngewirkung. Bayr. landwirtsch. Jb., **34**, 589—597, 1957 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 12 973, 1959).
116. —, und von Bomhard, H. G.: Vegetationsversuche mit verschiedenen Gaben von Steinkohlenflugasche auf einen Boden des Ruhrgebietes. Schriftenreihe Ver. Wasser-, Boden-, Lufthyg., Berlin-Dahlem 1956, Nr. 11, 11—66 (Ref. Landwirtschaft. Zbl. II, **3**, 1422, 1958).
117. —, und Wolf, L.: Über den Einfluß von Steinkohlenflugasche auf Boden und Pflanzenwachstum. Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde., **82**, 146—151, 1958 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh., **66**, 595, 1959).
118. Holliday, R., Townsend, W. N., and Hodgson, D.: Plant growth on "fly ash". Nature (London), **176**, 983—984, 1955 (Ref. Landwirtschaft. Zbl. II, **2**, 1111, 1957).
119. —, —, —, and Word, J.: Plant growth on "fly ash". Nature (London), **181**, 1079/80, 1958 (Ref. Landwirtschaft. Zbl. II, **3**, 1636, 1958).
120. Huber, B.: Winterfrost 1956 und Rauchschäden. Allg. Forstz., **11**, 609—610, 1956 (Ref. Bibliogr. d. Dt. Wetterd., **8**, 88, 1956).
121. —: "Smog" in Los Angeles. Umschau, **58**, 278, 1958.
122. Huff, P. B.: Damage to citrus by fluorine air pollution in Central Florida. Citrus Ind., **40**, 12—16, 1959 (Ref. Horticult. Abstr., **29**, 534, 1959).
123. Hunold, G. A.: Über die maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen. B. Gesundh. Bl. 1958, 212—214 (Ref. Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch., **109**, 363, 1959).
124. Ihlefeldt, H.: Bestimmung des Gehaltes an Feststoffen in den Abgasen der Zementwerke und deren Kornzusammensetzung. Heft 18 d. Schriftenr. d. Zementindustrie, Düsseldorf 1955, 106 S.
125. Jähnel, H.: Physiologisches über Einwirkung von Schwefeldioxyd auf die Pflanzen. Wiss. Z. Techn. Hochsch. Dresden, **4**, 447—462, 1954 bis 1955.
126. Jordan, H. V., und Ensminger, L. E.: Die Bedeutung des Schwefels für die Bodenfruchtbarkeit. Advances Agronomy, **10**, 407 bis 434, 1958 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 12 978, 1959).
127. —, and Bardsley, C. E.: Sulfur content of rainwater and atmosphere in southern states as related to crop needs. U.S. Dept. Agric., Techn. Bull. 1196, 1959.

128. Jost, W.: Mikronährstoff- bzw. Spurenelementdüngemittel aus den Abgasen der metallverarbeitenden Industrien. D. A. S. 1 041 062 Kl. 1 b vom 16. 5. 1957, veröffentl. 16. 10. 1958 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 5939, 1959).
129. Juhren, M., Noble, W., and Went, F. W.: The standardization of *Poa annua* as an indicator of smog concentrations. Plant Physiol., **32**, 576—586, 1957 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 462, 1959).
130. Junge, Ch. E.: Die Verteilung von Ammoniak und Nitrat im Regenwasser der Vereinigten Staaten. Trans. Amer. geophys. Union, **39**, 241—248, 1958 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 10 502, 1959).
131. Junge, E., and Ryan, T. G.: Study of the SO<sub>2</sub> oxidation in solution and its roll in atmospheric chemistry. Quart. J. roy. meteor. Soc., **84**, 46—55, 1958 (Ref. Biol. Abstr. Sect. D, **33**, 28 603, 1959).
132. Kanazawa, K., and Kondo, T.: Survey on the radioactive contamination of various vegetable crops. Res. Effects and Influences Nuclear Bomb Test Explosion I. Ueno, Tokyo, 1956, pp. 697—705, from Ref. Z. (Biol.), 1958, Nr. 2, Abstr. 5, 956 (Ref. Horticult. Abstr., **29**, 454, 1959).
133. Kaudy, J. C., Bingham, F. T., McCulloch, R. C., Liebig, G. F., and Vanselow, A. P.: Contamination of citrus foliage by fluorine from pollution in major California citrus areas. Proc. Amer. Soc. horticult. Sci., **65**, 121—127, 1955 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 4283, 1959).
- 133a. Kegel, S.: Luftreinhaltung in Deutschland, Idee und Wirklichkeit aus der Sicht des kategorischen Imperativs. Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
134. Keller, H. (unter Mitwirkg. von J. Müller im 2. Teil): Beiträge zur Erfassung der durch schweflige Säure hervorgerufenen Rauchschäden an Nadelhölzern. Forstwiss. Forschungen, Beih. z. Forstwiss. Cbl. 1958, H. 10, 63 S.
135. Kemmerer, J. B.: The menace of smog. World crops, **11**, 14, 1959 (Ref. Horticult. Abstr., **29**, 204, 1959).
136. Kendrick jr., J. B., Darley, E. F., Middleton, J. T., and Paulus, A. O.: Plant response to polluted air. Calif. Agric., **10**, 9—10, 1956.
137. Kettner, H.: Höchstzulässige Konzentrationen der atmosphärischen Verunreinigungen i. d. UdSSR. Schriftenr. Ver. Wasser-, Bod.- u. Luft-hyg., Berlin-Dahlem 1957, Nr. 12.
138. —: Die sowjetische Regelung der Luftreinhaltung. B. Gesundh. Bl. 1958, 161—166 (Ref. Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. Forsch., **109**, 361, 1959).
139. —: Die englische Gesetzgebung zur Luftreinhaltung. B. Gesundh. Bl. 1958, 49—52 (Ref. Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch., **108**, 6. Beilage, 87, 1958).
140. Kirste, H.: Das Ruhrgebiet als Lebens- u. Wirtschaftsraum. Vortrag Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
141. Kissner, J.: Zur Symptomatik und Aetiologie der Säure- und Teerschäden. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.

142. Kisser, J.: Waldbauliche Erfahrungen und Maßnahmen im Schadensbereich eines Aluminiumwerkes. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadenssachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
143. —, und Lehnert, I.: Ein einfaches mikroskopisches Verfahren zur Feststellung des Verschmutzungsgrades von Blattoberflächen. Mikroskopie (Wien), **12**, 243—57, 1957 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 87, 1959).
- 143a —, —: Bericht über die Arbeitstagung forstlicher Rauchschadenssachverständiger in Bochum. Allg. Forstztg., Wien, **71**, 31—33, 1960.
144. Knickmann, E.: Versuche mit Flugasche. Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde., **50**, 289—296, 1950.
145. —: Bodenschäden durch Mineralöl. Mitt. Verb. dtsch. Landwirtsch. Unters. Forsch. Anst. 1959, Nr. 4.
- 145a. —: Pflanzenschäden durch Ölverschmutzung von Boden und Wasser. Umschau, **60**, 118—119, 1960.
146. —: Zur Nutzung unfruchtbarer Böden mit hohem Gehalt an Blei und Zink. Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde., **84**, 255—258, 1959 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh., **66**, 656, 1959).
147. Kramp, J.: Untersuchungen über den Schwefelhaushalt landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Diss. Landwirtsch. Fak. Rostock, 1957 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **3**, 1423, 1958).
148. Kreutz, W., und Walter, W.: Der Wind als Träger von Zementstaub und dessen Ablagerung auf Boden und Pflanzen. Gartenbauwissenschaft **21**, 151—164, 1956.
- 148a. Krüger, E.: Pflanzenwuchs auf industriellem Odland. Bergakademie, **4**, 291—292, 1952.
149. —: Die Landschaft und der Industrierauch, orientiert am Beispiel der Industrie Sachsens. In: Lingner, R., und Carl, F. E.: Landschaftsdiagnose der DDR. Berlin 1952, S. 134—139 (Teilabdruck).
150. Krzysch, G.: Der N-, P- und K-Gehalt der Niederschläge in Dahlem. Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde., **82**, 138—143, 1958 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 1152, 1959).
151. Lampadius, F.: Vorbeugung gegen Rauchschäden im Wald durch forstliche Maßnahmen. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadenssachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
152. Lecrenier, A., et Piquet, J.: Essais sur l'action des poussières de cimenterie sur la végétation. Bull. hort., Liège, **11**, 56—58, 1956 (Ref. Horticult. Abstr., **26**, 553, 1956).
- 152a. Ledbetter, M. C., Zimmerman, P. W., and Hitchcock, A. E.: The histopathological effects of ozone on plant foliage. Contrib. Boyce Thompson Inst., **20**, 275—282, 1959.
153. Lehmann, P.: Der bioklimatische Wirkungsbereich der Rauchgase. Wiss. Arb. Dtsch. Meteorol. Dienst franz. Bes.-Geb. **2**, 60—66, 1950 (Ref. Bibliograph. d. Dt. Wetterd. Nr. 1, 91, 1950).
154. Leitenberger, L.: Die Wirkung eines Torfdüngers auf rauch- und staubgeschädigten Böden im Bereich eines heimischen Magnesitwerkes. Mitt. Chem. Forschungsinst. Industr. Österr., **3**, 1—3, 1949.
155. —: Ein Beitrag zur Rauch- und Staubschadenfrage. Veröff. Bundesanst. alpine Landwirtsch., Admont, H. 5, 43—59, 1951.

156. Leone, J. A.; Brennan, E., and Daines, R. H.: Atmospheric fluoride: its uptake and distribution in tomato and corn plants. *Plant Physiol.*, **31**, 329—333, 1956 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **27**, 244, 1957).
- 156a. Lessing, R.: Erfahrungen mit der neuen Reinluft-Gesetzgebung in Groß-Britannien. Vortrag, 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie, Essen, 1959.
157. Liddell, H. F.: A reagent for sulphur dioxide. *Analyst* **80**, 901, 1955 (Ref. *Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch.*, **104**, 231, 1956).
158. Lindberg, S. J.: Über den Fluorgehalt im Boden und im Gemüse in der Nähe einer Superphosphatfabrik. Fragen der Ernährung, **15**, 41—45, 1956 (Russ.) (Ref. *Chem. Zbl.*, **128**, 7978, 1957).
159. Lingner, R., und Carl, F. E.: Landschaftsdiagnose der DDR. Berlin, 1950 u. 1952, 148 S. (Deutsche Bauakademie, Schriften d. Forschungsinst. f. Gebiets-, Stadt- u. Dorfplanung.)
160. Littmann, F. E., Ford, H. W., und Endow, N.: Die Bildung von Ozon in der Luft von Los Angeles. *J. Air Pollut. Control Assoc.*, **6**, 171—175, 1956.
161. —, —, —: Bildung von Ozon in der Atmosphäre von Los Angeles. *Ind. Engng. Chem.*, **48**, 1492—1497, 1956 (Ref. *Chem. Zbl.*, **129**, 3834, 1958).
162. Litynski, T.: Flugstaub von Zementfabriken als Kalidünger. *Postepy Nauk Rolniczych*, **4**, 37—42, 1957 (Poln.) (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 3946, 1959).
163. Löbner, A., und Nehls, H.: Untersuchungsverfahren für die Bestimmung der in Niederschlagswässern enthaltenen Verunreinigungen. Außenlufthyg. 1. Folge, Schriftenr. Ver. Wasser-, Bod- u. Lufthyg., Berlin-Dahlem, Nr. 12, 23—29, 1957.
164. Mader, P. P., Cann, G., and Palmer, L.: Effects of polluted atmospheres on organic acid composition in plant tissues. *Plant Physiol.*, **30**, 318—323, 1955 (Ref. *Landwirtsch. Zbl.* II, **2**, 50, 1957).
165. Maran, B.: Das Absterben von Fichtennadeln durch Flugascheeinwirkung. *Sbornik českoslov. Akad. Zem. Ved.* **5** (XXXII), 647—666, 1959.
166. —: Die der Landwirtschaft durch Exhalationen und Flugasche verursachten Schäden. *Sbornik českoslov. Akad. Zem. Ved.* **5** (XXXII), 1347—1366, 1959.
167. —: Rauchschäden in der Land- und Forstwirtschaft der Tschechoslowakei. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6. bis 8. 10. 1959.
168. Mavrodineanu, R., and Gwirtsman, J.: Improved apparatus for the distillation of fluorine as hydrofluosilicic acid. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **17**, 489—494, 1954.
169. —, —: Photoelectric end-point determination in the titration of fluorides with thorium nitrate. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **18**, 181—186, 1955.
170. —, and Coe, R. R.: Improved apparatus and procedures for sampling and analyzing air for fluorides. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **18**, 173—180, 1955.



171. Mavrodineanu, R., and Gwirtsman, J.: Use of sodium peroxide fusion for the determination of fluorides in vegetation. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **18**, 419—420, 1956.
172. —, —: Effect of voltage variation on the photometric titration of fluorides with thorium nitrate. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **19**, 289—290, 1958.
173. —, and Coe, R. R.: Atmospheric pollution. Method of dispensing volatile fluorides in portable greenhouses. *J. agric. Food. Chem.*, **5**, 852—854, 1957 (Ref. *Landwirtsch. Zbl.* II, **3**, 1392, 1958).
174. McCauly, R. F.: Der derzeitige Stand der Kompostierung und der Stand der Luftverunreinigung. *J. Air Pollution Contr. Ass.*, **6**, 233—237, 1957 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 15 482, 1959).
175. McIntire, W. H.: Résumé of fluoride research at the university of Tennessee Agricultural Experiment Station, 1920—1954. *J. Assoc. off. agric. Chem.*, **38**, 913—931, 1955 (Ref. *Landwirtsch. Zbl.* II, **2**, 189, 1957).
176. —: Das Schicksal der in der Luft enthaltenen Fluoride und der Einfluß auf Bodenreaktion und Fruchtbarkeit. *J. Assoc. off. agric. Chem.*, **40**, 958—973, 1957 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 4282, 1959).
177. —, Shaw, W. M., and Robinson, B.: Behaviour of incorporations of potassium and calcium fluorides in a 6-year lysimeter study. *J. agric. Food Chem.*, **3**, 772—777, 1955 (Ref. *Landwirtsch. Zbl.* II, **2**, 1100, 1957).
178. —, Sterges, A. J., and Shaw, W. M.: Fate and effects of hydrofluoric acid added to four Tennessee soils in a 4-year lysimeter study. *J. agric. Food Chem.*, **3**, 777—782, 1955 (Ref. *Landwirtsch. Zbl.* II, **2**, 1100, 1957).
179. McNulty, J. B., and Newman, D. W.: The effects of a lime spray on the respiration rate and chlorophyll content of leaves exposed to atmospheric fluorides. *Proc. Utah Acad. Sci.*, **33**, 73—79, 1955—1956 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **27**, 202, 1957).
180. —, —: Effects of atmospheric fluoride on the respiration rate of bush bean and gladiolus leaves. *Plant Physiology*, **32**, 121—124, 1957 (Ref. *Ztschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde.*, **79**, 271, 1957).
181. Meetham, A. R.: Atmospheric pollution: its origin and prevention. London 1952 (Ref. *Bibliogr. d. Dt. Wetterd.*, Nr. 5, 64, 1953).
182. Meldau, R.: *VDI-Handbuch der Staubtechnik*. 1. Bd. Grundlagen, 2. Aufl., Düsseldorf 1956.
183. Merz, W., and Huber, B.: Erkennen und Bekämpfen von Rauchschäden. *Allgem. Forstz.*, **14**, 848—849, 1959.
184. Merz, W.: Zur Feststellung von Fluorschäden. *Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst.* Bochum 6.—8. 10. 1959.
185. Middleton, J. T.: Air pollution effect on Citrus. *Calif. Citrograph*, **40**, 330, 352—353, 1955.
186. —: Biological systems for the identification and distribution of air pollutants. *Pap. Amer. Soc. mech. Engrs.* 55 aPc, 11, 6—9, 1955 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **25**, 516, 1955).
187. —: Response of plants to air pollution. *J. Air Pollut. Control Assoc.*, **6**, 7—9 u. 50, 1956 (Ref. *Gartenbauwissenschaft*, **23**, 25, 1958).

188. Middleton, J. T., Crafts, A. S., Brewer, R. F., and Taylor, O. C.: Plant damage by air pollution. *Calif. Agric.*, **10**, 9—12, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **128**, 9130, 1957).
189. —, Kendrick, J. B., and Darley, E. F.: Injurious smog components revealed. *Citrus Leaves*, **33**, 34—35, 1953 (Ref. Hortic. Abstr., **24**, 13, 1954).
190. —, Kendrick jr., J. B., and Darley, E. F.: Airborne oxidants as plant-damaging agents. *Proc. 3rd nat. Air Poll. Symp. Pasadena 1955*, 191—198.
- 190a. —, and Paulus, A. O.: The identification and distribution of air pollutants through plant response. *Arch. ind. Health*, **14**, 526—532, 1956.
191. Michihiko, Yatazawa, und Takashi, Ishihara: Radioaktive Verseuchung von Pflanzen in Japan auf Grund von H-Bombendetonationen im März—Mai 1954 auf dem Bikini-Atoll, Marshall-Ins. I. Verteilung der niedergegangenen Radioaktivität. *Soil. Plant Food (Tokio)*, **1**, 21—22, 1955 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **2**, 632—633, 1957).
192. Michihiko, Yatazawa: II. Radioaktive Elemente von verseuchten Pflanzen. *Soil Plant Food (Tokio)*, **1**, 23—24, 1955 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **2**, 633, 1957).
193. Mischio, Ota, und Mitarb.: Verseuchung von Weintrauben mit radioaktiven Substanzen. *Soil Plant Food (Tokio)*, **1**, 43—44, 1955 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **2**, 634, 1957).
194. Mori, T.: Untersuchungen über ökologische Eigenschaften bei der Reiswurzel. 1. Mitt. Wirkung von Schwefelwasserstoff auf das Wurzelwachstum der Reispflanze. *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ., Ser. D 6*, 121—143, 1955 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 4198, 1959).
195. Müller, J.: Spezifischer Nachweis von SO<sub>2</sub>-Rauchschäden an Pflanzen mit Hilfe von Blattpigmentanalysen. *Naturwissenschaften*, **44**, 453, 1957.
196. Müller, R., und Bäuml, J.: Die Radioaktivität von Regenwasser und Staub während der Zeit vom 1. 6. 1957—1. 7. 1958. Mitt. Gebiete Lebensmittelunters. Hyg., **49**, 247—254, 1958 (Ref. Pharm. Zentralhalle, **98**, 212, 1959).
197. Naumann, K.: Tätigkeitsbericht d. Landwirtsch. Unters.- und Forschungsanstalt Bonn 1957. Sonderdruck aus dem Jahresber. 1957 d. Landwirtschaftskammer Rheinland, S. 30.
198. —: Tätigkeitsbericht d. Landwirtsch. Unters.- und Forschungsanstalt Bonn 1958, S. 25.
199. Nemeč, A.: Studie o konrooyck škodach na lesnich porostech v okoli papiren v Ceske Kamenici. (Studie über Rauchschäden an den Waldkulturen in der Umgebung der Papierfabriken von Böhm. Kamenitz.) *Sbornik českoslov. Akad. zemedel. ved. lesnictvi*, **3**, 33—58, 1957 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh. **65**, 11, 1958).
200. Noble, W. M.: Muster von Schäden an der Vegetation, hervorgerufen durch Rauch. *J. agric. Food. Chem.*, **3**, 330—332, 1955 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 9627, 1959).
201. —: Smog damage to plants. *Air Poll. Contr. Distr., Res. Dev.*, Los Angeles 1959, 16—20, D 115.

202. Noble, W. M., and Wright, L. A.: Air pollution with relation to agronomic crops. II. A bio-assay approach to the study of air pollution. *Agron. J.*, **50**, 551—553, 1958 (Ref. *Landwirtsch. Zbl.* II, **4**, 1520/21, 1959).
- 202a. Ohnesorge, B.: Deutsche Forstschutz-Literatur 1958. II. Abiotische Schäden. Ein Sammelbericht. (Ref. *Ztschr. Pflanzenkrankh.*, **67**, 279—283, 1960).
203. Okajima, H., und Takagi, S.: Physiologisches Verhalten von Schwefelwasserstoff bei der Reispflanze. 1. Mitt. Wirkung von Schwefelwasserstoff auf die Resorption von Nährstoffen. *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ. Ser. D* **5**, 21—31, 1953 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 4197, 1959).
204. —, —: Physiologisches Verhalten von Schwefelwasserstoff bei der Reispflanze. 2. Mitt. Wirkung von Schwefelwasserstoff auf den Nährstoffgehalt in der Reispflanze. *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ. Ser. D* **6**, 89—99, 1955 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 4197, 1959).
205. —, —: Physiologisches Verhalten von Schwefelwasserstoff bei der Reispflanze. 3. Mitt. Nachweis von Sulfid in der Reispflanze. *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ. Ser. D* **7**, 17—26, 1956 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 4197, 1959).
206. —, —: Physiologisches Verhalten von Schwefelwasserstoff bei der Reispflanze. 4. Mitt. Wirkung von Schwefelwasserstoff auf die Verteilung von radioaktivem  $^{32}\text{P}$  in der Reispflanze. *Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ. Ser. D* **7**, 107—117, 1956 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 4197, 1959).
207. Peace, T. R.: The effect of atmospheric pollution on forest trees in Great Britain. *Smokless Air* Nr. 83, 12—16, 1952 (Ref. *Bibliogr. d. Dt. Wetterd.* Nr. 5, **64**, 1953).
208. —: A single case of fume damage. *Quart. J. Forest*, **52**, 1, 41—45, 1958 (Ref. *Biol. Abstr. Sect. D*, **32**, 3230, 1958).
209. Pesante, A.: Sopra un caso di danneggiamento della vegetazione dovuto a sostanze catromose. (Über einen Fall von Vegetationsbeschädigung durch teerähnliche Substanzen.) *Ann. Sperim. agr. (N.S.)* **5**, 179—200, 1951.
210. —: Danni da sostanze tossiche emesse da stabilimenti industriali. *Inf. fitopat.*, **5**, 42—50, 1955 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **25**, 516, 1955).
211. Pelz, E.: Gasförmige Luftverunreinigungen und Holzartenwahl in Gebieten mit Industrierauchschäden. *Forst und Jagd*, **6**, 347, 1956.
212. —: Erfahrungen mit dem Trübungstest nach Härtel bei der Rauchschadendiagnose an Fichte. *Arch. Forstwesen*, **7**, 105—112, 1958.
213. —: Beobachtungen zur Rauchhärte der Kiefer. *Allg. Forstz.*, **13**, H. 42, 603, 1958.
214. —: Rauchschadendiagnose. *Arch. Forstwesen*, Berlin, **8**, 750—759, 1959.
215. —: Untersuchungen über die Fruktifikation rauchbeschädigter Fichtenbestände. *Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst.* Bochum, 6.—8. 10, 1959.
216. Peterson, J. E., et al.: Untersuchung der Luft auf Verunreinigungen durch Halogenkohlenwasserstoffe mit Hilfe der Adsorption an Silicagel. *Amer. ind. Hyg. Assoc. Quart.*, **17**, 429—433, 1956 (Ref. *Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch.*, **108**, 111, 1958).

217. Peterson, W. H., Burris, R. H., Sant, R., und Little, H. N.: Entstehung toxischer Gase (Stickstoffoxyde) bei der Herstellung von Silagen. *J. agric. Food Chem.*, **6**, 121—186, 1958 (Ref. Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch., **109**, 466, 1959).
218. von Polheim: Schädigungen an Kulturpflanzen durch fluorhaltige Fabrikabgase in Südbaden und ihre Auswirkungen auf landwirtschaftliche Nutztiere. In: H. Riehm, Festschrift: Hundert Jahre Staatliche Landwirtsch. Versuchs- u. Forschungsanstalt Augustenberg, 1959, 164 bis 170.
219. —, und Dietrich, H.: In: Tätigkeitsbericht der Staatl. Landwirtsch. Versuchs- u. Forschungsanstalt Augustenberg 1948—1957, 1957. S. 34.
- 219a. Portheine, F.: Maß und Zahl in der Lufthygiene, dargestellt an verkehrshygienischen Untersuchungen. Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
220. Potapoo, N. G., und Fejér, D.: Die Rolle des Schwefels im Leben der Pflanzen. 1. Mitt. Gegenwärtiger Stand der Untersuchungen über den Schwefelstoffwechsel. Übersicht. *Agrokémia és Talaytan*, Budapest, **5**, 37—46, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **128**, 9422, 1957).
221. —, —: Die Rolle des Schwefels im Leben der Pflanzen. 2. Mitt. Vorkommen des Methionin und Glutathion im Blutungssaft des Maises. *Agrokémia és Talaytan*, Budapest, **5**, 47—52, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **128**, 9422, 1957).
222. —, —: Die Rolle des Schwefels im Leben der Pflanzen. 3. Mitt. Fluoreszierende Substanzen im Blutungssaft des Maises. *Agrokémia és Talaytan*, Budapest, **5**, 53—56, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **128**, 9422, 1957).
223. Prell, H.: Rauchschäden bei den Tieren des Waldes. *Wiss. Z. Techn. Hochsch. Dresden*, **4**, 453—462, 1954/55 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh., **63**, 447, 1956).
224. Quentin K. E., Souci, S. W., und Indiger, J.: Beiträge zur Analytik kleiner Fluormengen in Lebensmitteln u. Wässern. IV. Mitt. Fluoruntersuchungen in Lebensmitteln. *Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch.*, **111**, H. 3, 173—179, 1960.
225. Reckendorfer, P.: Über das Fluor-Eisen-Gleichgewicht in der pflanzlichen Zelle. Ein Beitrag zur Mikrochemie der Chlorose. *Pflanzenschutzberichte*, **19**, 135—144, 1957.
226. Reding, R.: Die Verunreinigungen der Luft in den Großstädten und in den Industriebezirken. *Rev. Path. gén. Physiol. clin.* **693**, 1807—1823, 1958 (Ref. Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch., **109**, 362, 1959).
227. Rees, W. J., and Sidrak, G.: Plant nutrition on fly-ash. *Plant and soil*, **8**, 141—159, 1956 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **2**, 1126, 1957).
228. Reifferscheid, H.: Staub in Trümmerstädten. *Umschau*, **50**, 566 bis 567, 1950.
229. Renzetti, N. A., und Romanovsky, J. C.: Vergleichende Untersuchung von Oxydationsmitteln in der Atmosphäre von Los Angeles. *J. Air Pollut. Control. Assoc.*, **6**, 154—159, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 10 504, 1959).
230. Richardson, J. A.: The effect of temperature on the growth of plants on pit heaps. *J. Ecology*, **46**, 537—546, 1958 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 1597—1598, 1959).



231. Richards, B. L., Middleton, J. T., and Hewitt, W. B.: Air pollution with relation to agronomic crops. V. Oxidant stipple of grape. *Agron. J.*, **50**, 559—561, 1958 (Ref. *Landwirtsch. Zbl. II*, **4**, 1522, 1959).
232. Riehm, H., und Quellmalz, E.: Die Bestimmung der Pflanzennährstoffe im Regenwasser und in der Luft und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft. Festschrift: Hundert Jahre Staatl. Landwirtsch. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt Augustenberg 1959, 171—183.
233. Rogers, L. H.: Bericht über „photochemischen Smog“. *J. chem. Educat.*, **35**, 310—313, 1958 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 10 172, 1959).
234. —, Renzetti, N. A., und Neiburger, M.: Einflüsse des Rauches und chemische Analyse der Luft von Los Angeles. *J. Air Pollut. Control Assoc.*, **6**, 165—170, 1956 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 10 504, 1959).
235. Rohmeder, E.: Wirkung von Staub und Ruß auf den Zuwachs der Fichte. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum 6. bis 8. 10. 1959.
236. —: Resistenzzüchtung der Waldbäume gegen Luftverunreinigung. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
237. Roosen, H.: Probleme und Möglichkeiten bei der Aufforstung von Halden und anderen Aufschüttungen im Ruhrgebiet. *Forst- und Holzwirtschaft*, **14**, 4—10, 1959 (Ref. *Landwirtsch. Zbl. II*, **4**, 1187, 1959).
238. Sachsels, G. F., Yokom, J. E., und Retzke, F. A.: Rauchüberwachung in einer Düngerfabrik. *J. Air Poll. Control Assoc.*, **6**, 214 bis 218, 1957 (Ref. *Chem. Zbl.*, **130**, 15 482, 1959).
- 238a. Schaltegger, K.: Ozonschäden an Obstbäumen. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinb.*, **68**, 447—448, 1959 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **30**, 29, 1960).
239. Schimmel, G., und Walter, G.: Elektronenmikroskopische Untersuchung von mit Membranfiltern abgeschiedenem Luftstaub. *Naturwissenschaften*, **46**, 10, 1959 (Ref. *Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch.*, **110**, 336, 1959).
240. Schmid, G.: Fluorose bei Rindern. *Bull. Schweiz. Akad. Med. Wiss.*, **12**, 397—418, 1956.
241. Schmidt, H. J., und Rand, W. E.: A critical study of the literature on fluoride toxicology with respect to cattle damage. *Am. J. Vet. Res.*, **13**, 1952.
242. —, und Mitarb.: The controlled feeding of fluorine, as sodium fluoride, to dairy cattle. *Am. J. Vet. Res.*, **15**, 1954.
243. Schmittmann, E. F.: Untersuchungen über den Stoffwechsel bei Rindern im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Inaug. Diss. Hohenheim 1955.
244. —: Rauchschäden! *Mitt. DLG (Frankfurt/M.)*, **73**, 37—38, 1958.
245. Schulz, A.: Versuche über den Fluorstoffwechsel bei Kaninchen und Verfahren zur Fluorbestimmung. *Arch. Tierernähr.*, **1**, 1951 und **3**, 1953.
246. Seay, W. S.: Sulfur contained in precipitations in Kentucky. *Agro-nomy J.*, **49**, 453—454, 1957 (Ref. *Landwirtsch. Zbl. II*, **6**, 1152, 1959).
247. Seiler: Die Reinhaltung der Luft. Eine gemeinsame Aufgabe aller Beteiligten. *Bundesarbeitsblatt* 1954, 40—45.

248. Shaworonkina, T. K., und Dmitrijew, A. A.: Verteilung der Chlorkonzentration in atmosphärischen Niederschlägen über dem Festland. Nachr. Akad. Wiss. UdSSR, geophysik. Ser. 1958, 330—336 (Russ.) (Ref. Chem. Zbl., **130**, 12 489, 1959).
249. Shingo Mitsui und Mitarb.: Forschungen über die radioaktive Verseuchung von Nutzpflanzen als Ergebnis der H-Bombendetonation. I. Radioaktive Verseuchung von Nutzpflanzen und Böden. Soil Plant Food (Tokio), **1**, 15—16, 1955 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **2**, 633, 1957).
250. — und Mitarb.: II. Wurzel- und Blattaufnahme von „Bikini-Asche“. Soil Plant Food (Tokio), **1**, 17—19, 1955 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **2**, 634, 1957).
251. Siegel, S. M., und Gershman, R.: Eine Studie über die toxischen Wirkungen eines erhöhten Sauerstoffgehaltes auf Pflanzen. Physiol. Plantarum, Kopenhagen, **12**, 314—323, 1959.
252. Smisek, M.: Rauchschäden in der pflanzlichen Produktion. Přebled zahranicní vemedelske, **8**, 577—582, 1958 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **4**, 312, 1959).
253. Solberg, R., Adams, B. F., and Ferchau, H. A.: Some effects of hydrogen fluoride on the internal structure of *Pinus ponderosa* needles. Proc. 3rd Nat. Air Poll. Symp. (Pasadena) 1955, 164—176.
254. —, —: Histological responses of some plant leaves to hydrogen fluoride and sulfur dioxide. Amer. J. Bot., **43**, 755—760, 1956.
255. Steinhübel, G.: Ponzitie Hartlooho testu pri diagnoze skod dymovými plyny. (Anwendung des Härteleschen Tests bei der Feststellung v. Schäden durch Rauchgase). Biologica, **12**, 611—617, 1957 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh. **65**, 677, 1958).
256. Stephens, E. R.: Untersuchungsberichte aus Los Angeles über Luftverunreinigungen. J. Franklin Inst., **263**, 349—350, 1957 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 5738, 1959).
257. —, Scott, W. E., Hanst, P. L., und Doerr, R. C.: Neuere Entwicklungen in der Untersuchung der organischen Chemie der Atmosphäre. J. Air Pollut. Control Assoc., **6**, 159—165, 1956 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 11 839, 1959).
258. Stohn, R.: Hüttenrauchschäden I. Bergakademie, **8**, 95—105, 1956.
259. —: Hüttenrauchschäden II. Bergakademie, **8**, 147—158, 1956.
260. Sträter, G.: Erhebungen über Schwefelgehalte der Luft im Dienst der Rauchschadendiagnose. Landwirtsch. Forsch., **10**, 146—152, 1957.
261. Stratmann, H.: Eine mikroanalytische Methode zur Bestimmung von Schwefeldioxyd in der Atmosphäre. Mikrochimica Acta H. 6, 669—678, 1954.
262. —: Mikroanalytische Bestimmung verschiedener Schwefelverbindungen in Gasen und in festen Stoffen. Mikrochimica Acta, H. 1—6, 1031—1037, 1956.
263. —: Schwefeldioxyd-Immissionen eines Heizkraftwerkes in München. Staub, **19**, 352—360, 1959.
264. —: Meßtechnische Probleme. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
265. Stute, K.: Über die Wirkung fluorhaltiger Verbindungen auf Bienen und den chemischen Nachweis des Fluors bei Schadensfällen. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig), **11**, 185—187, 1959.

266. Sutton, O. G.: The theoretical distribution of airborne pollution from factory chimneys. *Quart. J. roy. meteor. Soc.*, London, **73**, 426, 1947 (Ref. Bibliogr. d. Dt. Wetterd. Nr. 1, 91, 1950).
267. Tabor, E. C., and Warren, W. V.: Distribution of certain metals in the atmosphere of some American cities. *Arch. Industr. Health*, **17**, 148—151, 1958 (Ref. *Ztschr. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch.*, **110**, 335, 1959).
268. Taylor, O. C.: Air pollution with relation to agronomic crops. IV. Plant growth suppressed by exposure to air-borne oxidants (smog). *Agron. J.*, **50**, 556—558, 1958 (Ref. *Landwirtsch. Zbl. II*, **4**, 1521, 1959).
269. —, Cardiff, E. A., Mersereau, J. D., and Middleton, J. T.: Smog reduces seedling growth. *Calif. Agric.*, **11**, H. 3, 9 u. 12, 1957 (Ref. *Rev. appl. Mycology*, **36**, 537, 1957).
270. —, —, —, —: Effect of air-borne reaction products of ozone and 1-N-hexene vapor (Synthetic smog) on growth of avocado seedling. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.*, **71**, 320—325, 1958.
271. Tesink, J.: Fluorvergiftiging bij runderen an haar beïnvloeding door het toedienen van aluminium-sulfaat. In-Diss. Utrecht, 1954.
272. Thomaes, K.: Von der Industriefestigkeit unserer Gehölze. *Gartenwelt*, **59**, 269—270, 1959.
273. Thomas, M. D.: The invisible injury of plant damage. *J. Air Pollut. Control Assoc.*, **5**, 4, 1955 (Ref. *Rev. appl. Mycol.*, **36**, 6, 1957).
274. —: Air pollution review 1954—1955. *Ind. Engng. Chem.*, **48**, H. 9, 1522—1527, 1956 (Ref. *Chem. Zbl.*, **129**, 3834, 1958).
275. —: Air pollution with relation to agronomic crops. I. General status of research on the effects of air pollution on plants. *Agron. J.*, **50**, 545—550, 1958 (Ref. *Landwirtsch. Zbl. II*, **4**, 1520, 1959).
276. Todd, G. W.: Effect of ozone and ozonated 1-hexene on respiration and photosynthesis of leaves. *Plant Physiol.*, **33**, 416—420, 1958 (Ref. *Horticult. Abstr.*, **29**, 203, 1959).
277. —, and Garber, M. J.: Some effects of air pollutants on the growth and productivity of plants. *Bot. Gaz.*, **120**, 75—80, 1958 (Ref. *Wiss. Biol.*, **139**, 113, 1959).
278. —, Middleton, J. T., and Brewer, R. F.: Effects of air pollutants. *Calif. agric.*, **10**, H. 7, 7—8, 1956 (Ref. *Ztschr. Pflanzenkrankh.*, **64**, 97, 1957).
279. Tomoji Egawa und Mitarb.: Erforschung der Verseuchung von Feldfrüchten durch künstl. Radioaktivität als Ergebnis der H-Bombenversuche auf dem Bikini-Atoll. *Soil Plant Food (Tokio)*, **1**, 19—28, 1955 (Ref. *Landwirtsch. Zbl. II*, **2**, 633, 1957).
280. Torstensson, G.: Stickstoff- u. Schwefelverbindungen aus der Atmosphäre und ihre Bedeutung für die Pflanzen. *Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, Sitzungsber. III*, **18**, 1—18, 1954.
281. Trappenberg, R.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Staubverteilung einer Rauchfahne. *Diss. Techn. Hochschule Karlsruhe*, 1956.
282. Treshow, M.: The effects of fluorine on the anatomy of Chinese apricot leaves. *Phytopathology*, **46**, 640, 1956.

- 282a. Trüb, P.: Programm und erste Untersuchungsergebnisse eines Arbeitskreises des öffentlichen Gesundheitsdienstes im Regierungsbezirk Düsseldorf zur Feststellung von Gesundheitsschäden beim Menschen durch Luftverunreinigung. Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
283. Ungewitter, R.: Landschaftspflegerische Aufgaben und Probleme im Ruhrgebiet. Gartenwelt, **59**, 312, 1959.
284. Wander, J. W., and McBride jr., J. J.: A chlorosis produced by fluorine on citrus in Florida. Proc. Florida State Hort. Soc., **68**, 23—24, 1955 (Ref. Hortic. Abstr., **26**, 455, 1956).
285. Weiss, E., und Frenzel, J. W.: Untersuchungen von Luftverunreinigungen durch Rauch- und Industriegase im Raum von Linz. Wetter und Leben, **8**, 131—146, 1956 (Ref. Gartenbauwissenschaft, **3**, 763, 1956).
286. Wentzel, K. F.: Die Verantwortlichkeit von Industrie und Hausfeuerung für Waldr Rauchschäden und Luftverschmutzung. Forstarchiv, **27**, 84—89, 1956.
287. —: Winterfrost 1956 und Rauchschaden. Allg. Forstz., **11**, 42, 541—543, 1956 (Ref. Bibliogr. d. Dt. Wetterd., **8**, 88, 1956).
288. —: Rauchblößen als Folge industriellen Rauchausstosses. Allg. Forstz., **11**, H. 49, 636—637, 1956 (Ref. Bibliogr. d. Dt. Wetterd., **8**, 88, 1956).
289. —: Zur Bodenbeeinflussung durch industrielle Luftverunreinigung und Düngung in Rauchschadenslagen, insbesondere mit Kalk. Forst- u. Holzwirt, **14**, 6, 1959.
290. —: Jahrringchronologische Untersuchungen als Beweismittel in einem konkreten Beispiel. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
291. —: Waldwirtschaft im rheinisch-westf. Industriegebiet. Vortr. Arbeitstag. forstl. Rauchschadensachverst. Bochum, 6.—8. 10. 1959.
292. —: Luftverunreinigungen als Standortfaktor für industrienahe Forstwirtschaft. In: R. Müller: Grundlagen d. Forstwirtschaft, Hannover 1959, p. 657—668.
- 292a. —: Waldr Rauchschäden im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Bochum 1960, S. 56.
293. —, und Bruns, K. H.: Waldvernichtung durch Haldenbrand. Forst- u. Holzwirt, **11**, 461, 1956.
294. Wilkins, D. A.: Ein Verfahren zur Bestimmung der Bleiempfindlichkeit von Pflanzen. Nature (London), **180**, 37—38, 1957 (Ref. Chem. Zbl., **129**, 1053, 1958).
295. Wiklander, L.: Om svavlets förekomst i marken. (Über das Vorkommen des Schwefels im Boden). Nordisk Jordbrugs forskning, **39**, 399—406, 1957 (Ref. Ztschr. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenk., **83**, 2, 1958).
- 295a. Wüstenberg, J.: Gegenwärtiger Stand der lufthygienischen Arbeiten in Deutschland. Vortrag 27. Tagung d. Dtsch. Ges. f. Hyg. u. Mikrobiologie Essen, 1959.
296. Yarwood, C. E.: Virus infection and heating reduce smog damage. Plant Dis. Repr., **43**, 129—130, 1959 (Ref. Hortic. Abstr., **29**, 461, 1959).
297. Yoshio Yamada und Mitarb.: Messung der Radioaktivität in verseuchten Pflanzen. Soil Plant Food (Tokio), **1**, 25—26, 1955 (Ref. Landwirtsch. Zbl. II, **2**, 634, 1957).



298. Zieger, E.: Die heutige Bedeutung der Industrie-Rauchschäden für den Wald. Wiss. Z. Techn. Hochsch. Dresden, **4**, H. 3, 499—505, 1954/55.
299. —: Die Wirkung der Industrierauchschäden auf den Wald, ihre Berücksichtigung bei der Raumplanung und die Notwendigkeit ihrer gesetzlichen Regelung. Wiss. Z. Techn. Hochsch. Dresden, **6**, H. 4, 777—787, 1956/57 (Ref. Bibliogr. d. Dt. Wetterd., Nr. 9, 73, 1957).
300. —: Die gesetzliche Regelung forstlicher Rauchschäden im In- und Ausland. Forst u. Jagd, **7**, 369—371, 1957 (Ref. Ztschr. Pflanzenkrankh., **66**, 289, 1959).
301. Zimmerman, P. W.: Chemicals involved in air pollution and their effects upon vegetation. Prof. Pap. Boyce Thompson Inst., **2**, 124—145, 1955.
302. —, and Hitchcock, A. E.: Susceptibility of plants to hydrofluoric acid and sulfur dioxide gases. Contr. Boyce Thompson Inst., **18**, 263—279, 1956 (Ref. Horticult. Abstr., **26**, 348, 1956).
303. —, —, and Gwirtzman, J.: Fluorine in food with special reference to tea. Contr. Boyce Thompson Inst., **19**, 49—53, 1957.
304. Zinkernagel, H.: Über den Wert der chemischen Bestimmung des Schwefelgehaltes in Blättern bei Rauchschadendiagnosen. Außenluthyg. 2. Folge, Schriftenr. Ver. Wasser-, Bod.- u. Lufthyg., Berlin-Dahlem, Nr. 13, 21—28, 1958.
305. Aichinger, E.: Fluor und Pflanze. Dtsch. Zahnärztl. Z., **14**, 389—394, 1959.
306. Schwarz, K., Gilbert, T., und Ratzki, E.: Untersuchungen über die Luftverunreinigung im Stadtgebiet Essen. Techn. Überw. Verein Essen, 1959, 20 S.
307. Guthmann, K.: Die Probleme der Reinhaltung der Luft in der Bundesrepublik. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
308. —: Entstaubung des braunen Rauches in Sauerstoff-Blasstahlwerken. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
309. —: Die technische Staubbekämpfung bei der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl (Hohe Behörde, Luxemburg). Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
310. Hettche, H. O.: Beiträge zum Problem des „Smog“. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
311. —: Contributions to the „Smog“-Problem. Proc. Internat. Clean Air Conference London, 20.—29. 10. 1959.
312. Kettner, H.: Wirtschaftlichere Anlagen für die Reinigung der Abgase. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
313. Kirste, H.: Staubmessungen zur Ermittlung der das Pflanzenwachstum beeinträchtigenden Emissionsquellen. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
314. —: Die Notwendigkeit standardisierter Methoden in der Messung der Luftverunreinigung. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.

315. Lenhart und Thieme: Probleme bei der Bestimmung des Auswurfes bei kohlegefeuerten Einzelöfen. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
316. Schmidt, O.: Parlamentarische Initiative zur Reinhaltung der Luft in Deutschland. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
317. Fachdokumentation VDI Düsseldorf: Dokumentation Reinhaltung der Luft erfordert internationale Zusammenarbeit. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
318. Beitrag des Deutschen Städtetages, Köln-Marienburg: Kommunale Maßnahmen zur Bekämpfung der Luftverunreinigung in der Bundesrepublik. Deutsche Referate auf der International Clean Air Conference London 1959.
319. Beitrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung, Bonn: Der gegenwärtige Umfang der Luftverunreinigung und die geltenden gesetzlichen Bestimmungen in der Bundesrepublik Deutschland.
320. Materna, J.: Kieselsäuregehalt in rauchgeschädigten Fichtennadeln. Naturwissenschaften, **46**, 270, 1959 (Ref. Chem. Zbl., **130**, 15 730, 1959).
321. Maurizio, A.: Beiträge zur Bestimmung der Dosis letalis von Fraßgiften für Bienen. IV. Internat. Pflanzenschutz-Kongreß Hamburg 1957, Kurzfassungen der Vorträge. S. 231.

Literatur nach G. Schwab, Hannover 1958:

322. Blechschmidt, M.: Rauchschäden in unseren Wäldern. Urania, Leipzig/Jena, Januar 1955.
323. Bopp, P.: Wie lange soll die Fluorkatastrophe im unteren Aargau noch andauern? Schweizer Naturschutz, Basel, August 1956.
324. Hollweg, G.: Das Stadtklima und Maßnahmen gegen Staub- und Rauchschäden. Protokoll der 4. Österr. Naturschutztagung 1956 in Wien.
325. Hufnagl, H.: Die Rauchschäden am Walde im Raume von Linz. Naturkundl. Jahrbuch der Stadt Linz, 1957.
326. Isbary, G.: Die Verunreinigung der Luft durch den wirtschaftenden Menschen. Inst. f. Raumforsch., Bad Godesberg, Sept. 1957.
327. Maurizio, A., und Staub, M.: Bienenvergiftungen mit fluorhaltigen Industrieabgasen in der Schweiz. Schweizerische Bienenztg., Aarau, Nov. 1956.
328. Schmidt, H. U.: Kleines ABC der Luftverbesserung durch Grünbäume. Garten und Landschaft, München, Nov. 1956.
329. Thiele, A.: Industrieabgase bedrohen unsere freilebende Tierwelt. Schutzgemeinschaft Deutsches Wild, I/II, 1956.
330. Tischbein, H.: Rauch-, Gas- und Staubschäden im Wald. Allg. Forstzeitschr., **11**, 237—238, 1956.
331. Werkmeister, H. F.: Rauchschäden bereiten Sorgen. Garten und Landschaft, München, Nov. 1956.

(Aus dem Institut für Obstbau der Universität Bonn)

# Primäre Amine in Apfelfrüchten und ihre Bedeutung für die Beurteilung physiologischer Zustandsänderungen im Fruchtparenchym

Von

F. Hilkenbäumer, G. Buchloh und A. Zachariae

## Einleitung

Über das Vorkommen von flüchtigen Aminen in verschiedenen Organen von höheren Pflanzen haben Klein und Steiner (1928), Steiner und Löffler (1931), insbesondere aber Stein v. Kamienski (1957 a, b) ausführlich berichtet, der in etwa 220 Arten von Blütenpflanzen flüchtige Amine nachweisen und identifizieren konnte. Im wesentlichen wurden Blüten und Laubblätter untersucht, Früchte dagegen nur vereinzelt, unter den *Rosaceae* vornehmlich die des Weißdorns (Klein und Steiner, l. c.; Neu und Fiedler, 1954; Stein v. Kamienski, l. c.). In neuerer Zeit konnte der Nachweis erbracht werden, daß auch in Apfelfrüchten im Verlauf ihrer Reife während der Lagerung flüchtige stickstoffhaltige Verbindungen entstehen (Zachariae, 1959), bei denen es sich vermutlich um primäre Amine handelt. Nun ist die Reife von Früchten bekanntlich eine Folge von tiefgreifenden physiologischen Zustandsänderungen, die sich durch mancherlei stoffwechselphysiologische Kriterien deutlich voneinander unterscheiden. Es erschien uns deshalb wünschenswert, nicht nur die chemische Natur dieser flüchtigen N-haltigen Substanzen aufzuklären, sondern auch zu untersuchen, ob im Verlauf des Reifestoffwechsels qualitative Veränderungen innerhalb der Gesamtfraktion dieser Verbindungen auftreten, die als Ausdruck der erwähnten physiologischen Zustandsänderungen gedeutet werden könnten.

## Material und Methoden

Als Versuchsmaterial dienten Früchte der Apfelsorten Cox Orange, Ontario und Jonathan, die im präklimakterischen Entwicklungsstadium geerntet und anschließend bei Temperaturen zwischen  $+6^{\circ}$  und  $-6^{\circ}$  gelagert wurden.

Bei der Trennung und Identifizierung der flüchtigen N-haltigen Verbindungen wurde im wesentlichen nach der Vorschrift von Stein v. Kamienski (1957 a) verfahren.

100 g Apfelgewebe werden mit etwas Quarzsand im Mörser unter Zusatz von 8%iger Phosphorsäure im Überschuß zur Ausfällung des Eiweißes verrieben. Anschließend wird das zerkleinerte Gewebe in einen Destillationskolben übergeführt, mit einem Gemisch von gleichen Teilen 10%iger wäßriger Kochsalz- und Sodalösung alkalisch gemacht und der Wasserdampfdestillation unterworfen. Als Vorlage dienen 10 ml 0,1 n HCl. Nach einer Stunde, wenn etwa 150 ml Flüssigkeit überdestilliert sind, wird die Destillation abgebrochen.

Das Destillat wird im Vacuum auf dem Wasserbad (70° C) bis auf etwa 2 ml eingengt und im Exsikkator über Calciumchlorid getrocknet. Etwas festes KOH dient zur Neutralisation überschüssiger Salzsäure. Die getrockneten Aminhydrochloride werden mit 2 ml destilliertem Wasser aufgenommen und auf Schleicher & Schüll-Papier 2043 b Mgl, das mit einer 0,15 molaren Na-Acetatlösung gepuffert ist, chromatographiert. Als Fließmittel dient die organische Phase eines Gemisches von n-Butanol, Eisessig, Wasser (40 : 10 : 50). Die Entwicklung erfolgt durch Besprühen mit einer 0,2%igen butanolischen Ninhydrinlösung. Hierbei färben sich die Amine intensiv rot, Ammoniak erscheint als weißer Fleck mit einem hellrosa Rand.

Die weitere Identifizierung der durch Wasserdampfdestillation gewonnenen Amine erfolgt durch Bestimmung der Kristallform und der Schmelzpunkte ihrer 2,4-Dinitro- $\alpha$ -Naphthol-Derivate (DNN). Hierzu werden die Aminflecke, deren Lage auf den Chromatogrammen durch parallel laufende Vergleichschromatogramme mit Reinsubstanzen ermittelt wird, ausgeschnitten, in plangeschliffene kleine Reagenzgläser gebracht und mit einigen Tropfen 5 n NaOH versetzt. Die Reagenzgläser werden mit jeweils einem Deckglas bedeckt, an dem sich ein hängender Wassertropfen mit einigen DNN-Kristallen befindet. Während das Wasser verdunstet, bilden sich am Deckglas die DNN-Derivate der Amine.

### Ergebnisse

Während des klimakterischen Reifeverlaufs treten in den Früchten der Apfelsorten Cox Orange, Ontario und Jonathan bei Lagerung im Temperaturbereich von + 4° bis + 6° C an flüchtigen Stickstoffverbindungen Ammoniak, iso-Amylamin und Hexylamin auf (s. Abb. 1). Neben ihnen ist offenbar noch eine weitere flüchtige N-haltige Substanz vorhanden, die auf dem Chromatogramm mit Ninhydrin zwar deutlich positiv reagiert (Rf-Wert = 0,1), aber noch nicht sicher identifiziert werden konnte. Diese vier Substanzen sind sowohl im Präklimakterium wie auch im Postklimakterium nachzuweisen. Lediglich in der Seneszenz-Phase, mit der das Postklimakterium endet, werden noch einige weitere primäre Amine gebildet, über die in anderem Zusammenhang berichtet werden soll. Unabhängig von den untersuchten Apfelsorten treten in gesunden Früchten während der wichtigsten Perioden des Klimakteriums die in Tabelle 1 zusammengestellten Amine auf.

Tabelle 1. Rf-Werte und Schmelzpunkte der in gesunden Äpfeln gefundenen flüchtigen N-haltigen Substanzen

Amin	Rf-Wert	Fp der DNN-Derivate
unbek. Substanz	0,10	—
Ammoniak	0,33-0,36	176°
iso-Amylamin	0,76-0,82	157°
Hexylamin	0,86-0,91	151°



Vor allem bei Früchten der Sorte Jonathan, in geringerem Umfang auch bei der Sorte Cox Orange, beginnt eine Verbräunung des Fruchtparenchyms während des klimakterischen Atmungsanstiegs bei Lagerungstemperaturen zwischen  $+4^{\circ}$  und  $+6^{\circ}$  C. Schon im Initialstadium dieser Pigmentierung tritt im gesamten Fruchtgewebe, d. h. auch in den visuell gesund erscheinenden Partien Äthylamin (Rf-Wert 0.55 — 0.58,  $R_f = 156^{\circ}$ ) auf (s. Abb. 1).

Das gleiche Bild ergibt sich, wenn Früchte der genannten Apfelsorten während des klimakterischen Atmungsanstiegs, vor allem während der sogenannten sensiblen Phase bei Temperaturen zwischen  $+2^{\circ}$  C und  $-2^{\circ}$  C gelagert werden. Sobald der Impuls, der zur Entstehung der Fleischbräune führt, fixiert ist, die Titrationsacidität scharf absinkt (Hilkenbäumer u. a. 1959) und der Atmungsquotient schnell über die Einheit anzusteigen beginnt, tritt auch Äthylamin auf. Stets ist dieses Amin sowohl in latent kranken, d. h. noch gesund erscheinenden als auch in teilweise oder vollständig pigmentierten Früchten sicher nachzuweisen.

Werden aber die Früchte der genannten Sorten weiteren Temperatursenkungen bis  $-6^{\circ}$  C ausgesetzt, so ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen solchen Früchten, in denen der Zellsaft lediglich unterkühlt war, und solchen, in denen Eisbildung stattgefunden hatte. In ersteren läßt sich wiederum Äthylamin nachweisen, in letzteren ist es offensichtlich nicht vorhanden, weder im gefrorenen Zustand der Früchte noch nach ihrem Auftauen, wenn sich das Fruchtparenchym teilweise oder vollständig braun verfärbt. Dagegen können Ammoniak, iso-Amylamin und Hexylamin in solchen Früchten eindeutig nachgewiesen werden.

Abgesehen von iso-Amylamin, das in den Blüten zahlreicher Pflanzen, insbesondere von *Spiraea*- und *Crataegus*-Arten (Klein und Steiner, l. c.; Stein v. Kamienski, l. c.) und in den Früchten des Weißdorns (Neu und Fiedler, l. c.) nachgewiesen worden ist, scheint Äthylamin in Pflanzenorganen nicht weiter verbreitet zu sein. Van Eijk (1952) konnte es aus *Erodium cicutarium* isolieren. Stein v. Kamienski (l. c.) in den Blüten von *Bryonia dioica*, *Arum maculatum* und *A. italicum* nachweisen. Hexylamin war als biogenes Amin bisher nicht bekannt.

Die Biogenese der Amine ist gegenwärtig noch völlig unklar. Nach den Vorstellungen von Paech (1952) und Guggenheim (1958) könnten sie durch Decarboxylierung von Aminosäuren oder durch Aminierung von Aldehyden bei gleichzeitiger Reduktion gebildet werden. So nimmt Guggenheim (l. c.) die Bildung von Äthylamin aus Alanin oder aus Acetaldehyd nach Aminierung und Reduktion an. Winterstein (1933) leitet die Entstehung von iso-Amylamin aus Leucin ab. Die Genese von Hexylamin ist vollständig undurchsichtig. Auch unsere Befunde haben keine Hinweise ergeben, aus welchen Stoffwechselvorgängen die im Fruchtparenchym gegenwärtigen Amine entstanden sein könnten.

Dagegen hat sich gezeigt, daß die identifizierten Amine für die Beurteilung stoffwechselphysiologischer Zustandsänderungen im Fruchtparenchym von Äpfeln verschiedener Varietäten eine gewisse Bedeutung besitzen.

### Zusammenfassung

Die Analyse der flüchtigen stickstoffhaltigen Verbindungen in gesunden, fleischbraunen und gefrorenen Äpfeln der Sorten Cox Orange, Ontarioapfel und Jonathan hat zu folgenden Ergebnissen geführt:

1. Es konnte erstmals die Anwesenheit von primären Aminen in Äpfeln und die von Hexylamin in höheren Pflanzen überhaupt nachgewiesen werden.
2. Gesunde Früchte enthalten während des Klimakteriums mit Ausnahme der Seneszenz-Phase Ammoniak, iso-Amylamin und Hexylamin.
3. Bei latent und offensichtlich fleischbraunen Früchten tritt als weitere flüchtige stickstoffhaltige Verbindung Äthylamin auf.
4. Früchte, die als Folge von Frosteinwirkungen braun verfärbt sind, enthalten die gleichen flüchtigen stickstoffhaltigen Verbindungen wie gesunde.

Aus den mitgeteilten Befunden ergibt sich, daß durch die Bestimmung der Amine fleischbraune Äpfel von frostgeschädigten mit Sicherheit unterschieden werden können, auch dann noch, wenn die gefrorenen Früchte nach dem Auftauen bereits erheblich oder vollständig braun verfärbt und visuell kaum noch von fleischbraunen zu unterscheiden sind.



Abb. 1. Kristalle der Amin-DNN-Derivate. 1. DNN-Reinsubstanz (O. V.: 160-fach, E. V.: 575-fach).

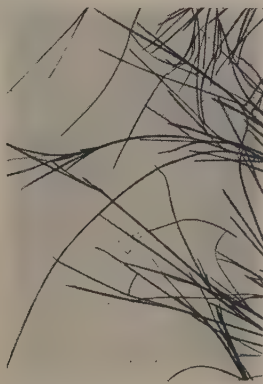


Abb. 2. Ammoniak (O. V.: 708-fach, E. V.: 2550-fach).

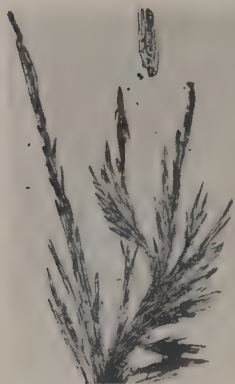


Abb. 3. Äthylamin O. V.: 160-fach,  
E. V.: E. V.: 575-fach).

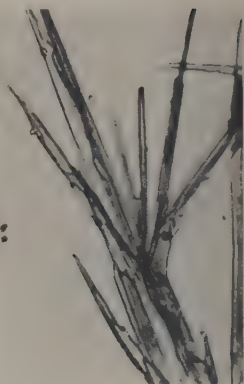


Abb. 4. iso-Amylamin (O. V.: 708-fach, E. V.: 2550).

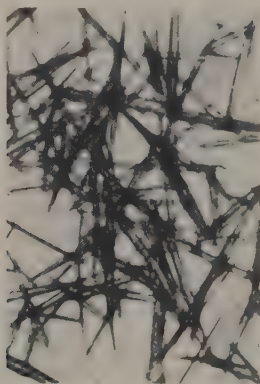


Abb. 5. Hexylamin (O. V.: 708-fach,  
E. V.: 2550-fach).

#### Literatur

- Van Eijk, J. L., zit. bei W. Karrer : Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzenstoffe. Basel und Stuttgart 1958.
- Guggenheim, H., in W. Ruhland : Handbuch der Pflanzenphysiologie VIII. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958.
- Hilkenbäumer, F., G. Buchloh und A. Zachariae, Beobachtungen über Veränderungen der Titrationsacidität in Äpfeln während der Lagerung bei verschiedenen Temperaturen. Gartenbauwiss. 24, 1 (1959).
- Klein, G., und M. Steiner, Stickstoffbasen im Eiweißabbau höherer Pflanzen. I. Ammoniak und flüchtige Amine. Jb. wiss. Bot. 68, 602 (1928).

- Neu, R., und U. Fiedler, zit. bei W. Karrer: Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzenstoffe. Basel und Stuttgart 1958.
- Paech, K., Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1950.
- Stein v. Kamienski, E., Untersuchungen über die flüchtigen Amine der Pflanzen. 1. Methodik der Trennung und des Nachweises flüchtiger Amine. *Planta* **50**, 291 (1957 a).
- , Untersuchungen über die flüchtigen Amine der Pflanzen. 2. Die Amine von Blütenpflanzen und Moosen. *Planta* **50**, 315 (1957 b).
- Steiner, M., und H. Löffler, Stickstoffbasen im Eiweißabbau höherer Pflanzen. II. Histochemische Studien über Verbreitung, Verteilung und Wandel des Ammoniaks und der flüchtigen Amine. *Jb. wiss. Bot.* **71**, 463 (1931).
- Winterstein, A., in G. Klein: Handbuch der Pflanzenanalyse 4/III. Wien 1933.
- Zachariae, A., Die Beziehungen zwischen Fruchtfleischbräune und Stickstoffhaushalt bei Äpfeln. *Gartenbauwiss.* **24**, 8 (1959).



Aus dem Institut für Obstbau und Gemüsebau der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim

Direktor: Prof. Dr. C. F. Rudloff

## Entwicklungsgeschichte und Morphogenese der Blütenknospen von der Quitte (*Cydonia oblonga* Mill.)

Von

Otti Zeller

Von der aus Persien und Turkestan stammenden Quitte gibt es schon seit beinahe 3000 Jahren Berichte, die ihre goldgelben, duftenden Früchte als ein beliebtes Genußmittel hervorheben. Im Laufe der Jahrhunderte wurde die Quitte in allen Weltteilen eine geschätzte Kulturpflanze. Sogar in Australien beginnt man in neuester Zeit mit einem erwerbsmäßigen Quittenanbau (K r ü s s m a n n 1951). Die Quitte hat bis jetzt als Obstart in keinem Land große Bedeutung erlangt. Aber wegen der vielseitigen Verwertungsmöglichkeit der edlen Früchte möchte auch heute weder der Gartenbesitzer noch der Erwerbsgärtner auf die Quitte verzichten. Außerdem spielt die Quitte im Obstbau als Unterlage von manchen Birnensorten, wenn kleine Baumformen erzielt werden sollen, eine gewisse Rolle.

Zusammen mit den Gattungen *Malus*, *Pirus*, *Mespilus* u. a. gehört die Quitte zu der Unterfamilie *Pomoideae* der *Rosaceae*. Im Unterschied zum Apfel und zu der Birne hüllen die 5 Fruchtblätter einer Quittenblüte je 8–16 in zwei Reihen angeordnete Samenanlagen ein. Die Kelchblätter tragen ausgeprägten Laubblattcharakter, können postfloral noch wachsen und bleiben bis zur Fruchtreife erhalten. Die Blütenknospen entfalten sich stets nach ihren Laubblättern. Ihre Blühzeit kommt bei uns im allgemeinen nach den Apfel- und Birnensorten, Mitte Mai bis Anfang Juni, wenn keine Spätfröste mehr zu befürchten sind.

Außer den Untersuchungen von Rudloff und Schanderl (1941), die zeigten, daß die Quitte ein Selbstbefruchter ist, und den Kulturanlagen über die Quitte von K r ü s s m a n n gibt es kaum weitere Untersuchungen über *Cydonia oblonga*. K o b e l (1954) vermerkt, daß über die Vererbungsverhältnisse der Quitten so gut wie nichts bekannt sei und bedauert, daß über die Blütenbildung und Blütenentwicklung der Quitten keine Untersuchungen vorliegen. K o b e l kann nur G o f f anführen, der feststellte, daß bei der Quittensorte Champion in Kalifornien bereits im Herbst die Blütenknospen vorgebildet seien.

Wir hielten es deshalb für notwendig, die Lücke im Wissen über die Entwicklungsvorgänge in den Quittenknospen, die für Wissenschaft und Praxis gleichbedeutend sind, zu schließen und machten während zwei Entwicklungsperioden Untersuchungen, die bei drei Quittensorten den Zeitpunkt der Blütendifferenzierung feststellen und den Entwicklungsverlauf der Blütenknospen klären sollten.

### Versuchsmaterial und Methodik

Das Knospenmaterial für die Untersuchungen stammte von den Quittensorten Angers (Sämling), Konstantinopeler und Bereczki (je auf *Crataegus oxyacantha* veredelt), die als Büsche in einer Versuchsanlage in Hohenheim standen.

Für die Beobachtungen entnahmen wir in ein- bis zweiwöchigen Abständen vom Spätsommer bis zum darauffolgenden Frühjahr je 20 Knospen von den Kurztrieben. Die wichtigsten Entwicklungsschritte der Knospen erfaßten wir stereomikroskopisch, stützten die Befunde noch durch morphogenetische Untersuchungen und bewerteten die markanten Entwicklungsstufen in Anlehnung an frühere Arbeiten (Zeller 1958) mit Hilfe einer 10-stufigen Skala (Tab. 1).

Tab. 1 Entwicklungsstufen der Blütenanlagen

- 0 vegetatives Stadium
- 1 Beginn der Blüten-Differenzierung (Abb. 2)
- 2 Kelchblatt-Differenzierung (Abb. 3)
- 3 Kronblatt-Differenzierung (Abb. 4)
- 4 Staubblatt-Differenzierung
- 5 Fruchtblatt-Differenzierung (Abb. 5)
- 6 Karpelle im oberen Teil miteinander verwachsen
- 7 Differenzierung der Samenanlagen und Narben
- 8 Differenzierung der Pollentetraden (Sprengen der Knospenschuppen)
- 9 Pollenkörner einzeln, noch geschrumpft.
- 10 Pollenkörner voll ausgebildet. Differenzierung von Embryosack und Eizelle (Entfalten der Knospen).

Für die Schnitte wurden die Knospen in einem Formalin-Propionsäure-Alkoholgemisch fixiert, mit Methylbenzoat als Intermedium in Paraffin eingebettet und die 10  $\mu$  dicken Schnitte in Hämatoxylinlösung nach Delafield gefärbt.

### Versuchsergebnisse

Die Quittenblütenknospen sind wegen ihrer Einblütigkeit für entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen sehr dankbare Objekte. Der in den Knospen sich entwickelnde belaubte Blütensproß baut sich in apikaler Richtung aus 1–2 Niederblättern, 3–4 Laubblättern und 1–2 foliosen Hochblättern auf, die jeweils in gleitendem Übergang aufeinander folgen. Der Blütensproß beschließt das Wachstum mit einer terminalen Blüte (Abb. 1). Die Laubblätter tragen Axillärknospen und je nach ihrer Anzahl setzen sie das Wachstum des Triebes nach dem Abfallen der terminalen Blüte oder Frucht in mono-, di- oder trichasialer Verzweigung fort. So sind z. B. auf Abb. 1 die Blütentriebe a und b aus den Seitenknospen des Triebes  $T_1$  entstanden.

Die Morphogenese der Quittenblüten verlief ähnlich wie dies von den Einzelblüten der Apfelinfloreszenzen bereits ausführlich beschrieben wurde (Zeller 1960). Deshalb sollen hier von den Quittenblüten nur die ersten entscheidenden Entwicklungsschritte zu Beginn der floralen Phase wiedergegeben werden. Auf Abb. 2 ist das Stadium der Erstarkung des Sproßscheitels zum Meristempflöck wiedergegeben,

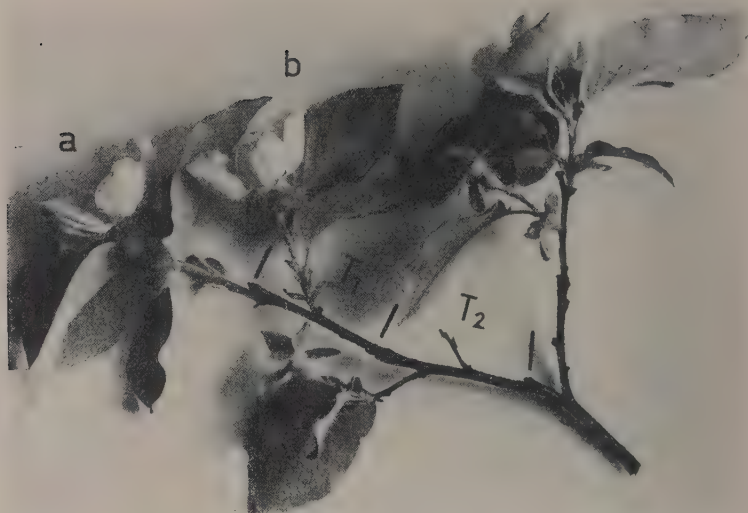


Abb. 1. Kurztriebe der Quittensorte Konstantinopeler. - Laubblätter zum Teil entfernt



Abb. 2. E. St. 1 Beginn der Blüten-Differenzierung. 27. 1. 58  
100 × vergrößert

das die florale Phase in einer Knospe einleitet. Auf Abb. 3 beginnt am Blütenscheitel die Differenzierung der Kelchblattanlagen. Nach diesem Stadium senkt sich der Blütenscheitel becherförmig ein, die Blütenachse wird breiter und die Kronblätter werden am Becherrand differenziert (Abb. 4). Bei der Anlage der fünf Fruchtblattprimordien wird der Blütenscheitel bis auf einen kleinen Rest in der Mitte aufgebraucht. Diese Entwicklungsstufe zeigt der Längsschnitt auf Abb. 5, auf dem zwei höckerartige Fruchtblattanlagen an der Becherbasis und einige



Abb. 3. E. St. 2 Differenzierung der Kelchblattanlagen. 10. 2. 58  
60  $\times$  vergrößert

Staubblattprimordien im Blütenbecher zu sehen sind. Auf Abb. 5 erscheint noch ein charakteristisches Merkmal der Quitte. Die Kelchblätter und die Laubblätter, speziell deren Nebenblätter, die sehr bald nach dem Aufblühen abfallen, tragen bei der Quitte kleine sitzende Drüsen. Sie sind auf Abb. 5 als kleine schwarze Punkte an den Blattorganen zu erkennen. Abb. 6 zeigt zwei sitzende Drüsen stärker vergrößert.

Die Untersuchungen zum Entwicklungsverlauf der Blütenknospen an den Kurztrieben der Quittensorte Bereczki sind in Abb. 7 zusammengefaßt. Von den 20 Knospen jeder Versuchsserie ist der errechnete Mittelwert der beobachteten Entwicklungsstadien mit einem Kreis angegeben. Da die Blütenknospen einer Serie oft sehr verschieden weit entwickelt waren, gibt Abb. 7 außerdem noch von der



jeweils untersuchten Knospenschar die Variationsbreite der beobachteten Entwicklungsstadien an. Man sieht, daß in der Entwicklungsperiode 1955/56 die Blütendifferenzierung in den Quittenknospen außerordentlich spät, Ende September, Anfang Oktober, einsetzte. Bei vielen Apfel- und Birnensorten begann im Jahre 1955 der Blütenimpuls, je nach Sorte verschieden, schon im Juli, spätestens Mitte August. Nach dem Eintritt in die Blütenphase entwickelten sich die Quittenblütenknospen durchschnittlich rasch weiter, verharrten im November auf dem erreichten Ent-

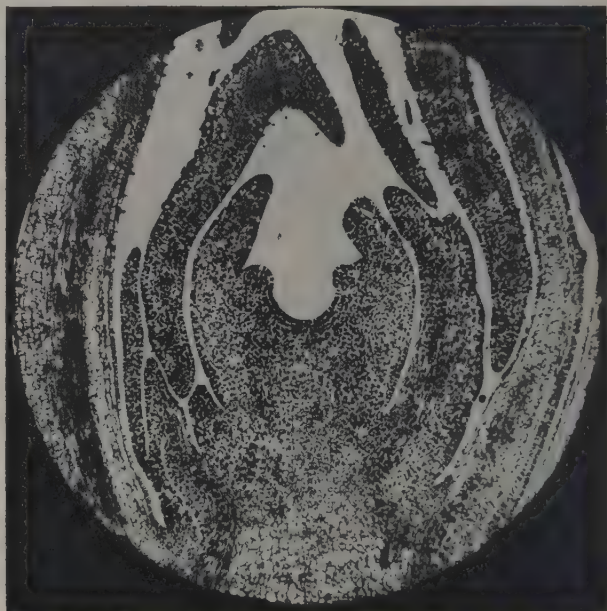


Abb. 4. E. St. 3 Kronblatt-Differenzierung im Blütenbecher 10. 3. 58  
60  $\times$  vergrößert

wicklungsstadium und wuchsen danach bis Ende Januar langsam weiter. Erst die extrem kalte Witterung im Februar 1956 mit Temperaturminima unter  $-20^{\circ}\text{C}$  hemmte die Differenzierungsvorgänge in den Knospen. Im April und Mai begann dann eine sehr lebhaftere Weiterentwicklung der Blütenanlagen in den Knospen bis zur Blühzeit vom 22. 5. bis 11. 6. 56. Erstaunlich war, daß bei allen drei untersuchten Quittensorten der Blütenimpuls auch während der Herbst- und Wintermonate und sogar noch im März und April in einzelnen Knospen auftrat (Abb. 7, E. St. 1). Wir hatten dieses Phänomen bereits früher auch bei den Knospen mancher Apfel- und Birnensorten beobachtet, aber nie in so starkem Maße wie bei den Quitten.

Bei Untersuchungen im Vorjahre stellten wir fest, daß die Blüten-differenzierung an den Langtrieben der Quittensträucher im Vergleich zu den Blütenknospen an den Kurztrieben verzögert anfang, eine interessante Erscheinung, die wir auch bei jungen Apfelbüschen machten und eingehend untersuchten. Um einen Überblick über die Verteilung der verschieden weit entwickelten Blütenknospen am Quittenstrauch zu bekommen, präparierten wir Mitte November und Mitte Dezember von einem drei Jahre



Abb. 5. E. St. 5 Differenzierung der Fruchtblätter, 14. 4. 58  
40 × vergrößert

alten Aste eines Quittenbusches der Sorte Bereczki sämtliche Knospen. Auf der schematischen Darstellung der beiden Äste (Abb. 8 und 9) ist der jährliche Zuwachs durch verschieden starke Punktierung angedeutet. Die Insertion der Knospen an den Kurz- und Langtrieben ist naturgemäß wiedergegeben. Die Ringstärke veranschaulicht die beobachtete Entwicklungsstufe der Blütenknospen, eine schwarze Kreisfläche kennzeichnet eine Knospe im vegetativen Stadium nur mit Laubblattanlagen. Am 15. 11. (Abb. 8) hatte bei der Sorte Bereczki in den meisten Knospen an den Kurztrieben der Blütenimpuls begonnen, die Blütenknospen standen in den Stadien der Kelch-, Kron- und Staubblattendifferenzierung. An den 30–60 cm großen Langtrieben dagegen war eben erst ein Teil der Knospen in die florale Phase eingetreten. Vier Wochen später, am 16. 12.

(Abb. 9), erschienen in den Kurztriebknospen bei manchen Blütenprimordien bereits die Staubblatt- und Fruchtblattanlagen (E. St. 4 und 5), andere Knospen standen noch auf niedrigeren Entwicklungsstufen. In den Knospen an den beiden Langtrieben hatte nun Mitte Dezember ebenfalls

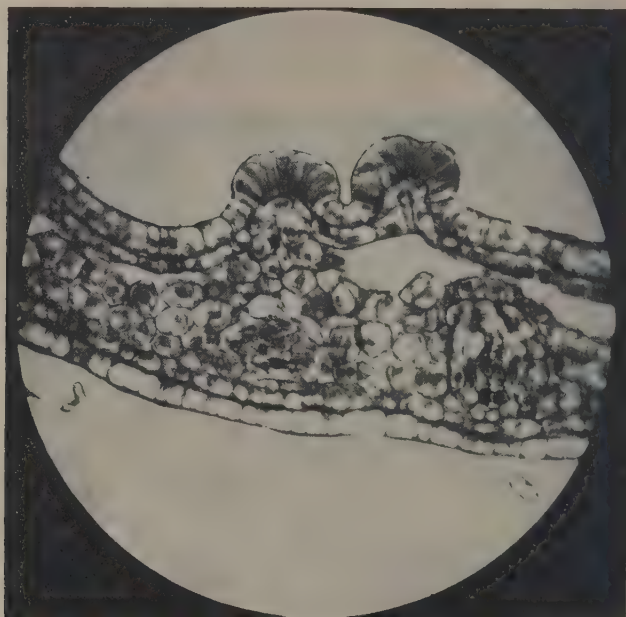


Abb. 6. Zwei kleine sitzende Drüsen mit Sekretzellen am Kelchblatt-Primordium der Quittensorte Angers, 240  $\times$  vergrößert

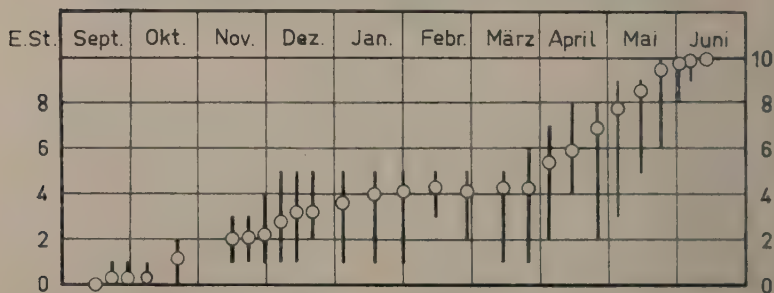


Abb. 7. Entwicklungsgang der Blütenknospen an Kurztrieben der Quittensorte Bereczki im Jahre 1955/56.

○ Durchschnittl. Entwicklungsstufe von je 20 Blütenknospen  
 — Variationsbreite der beobachteten Entwicklungsstadien

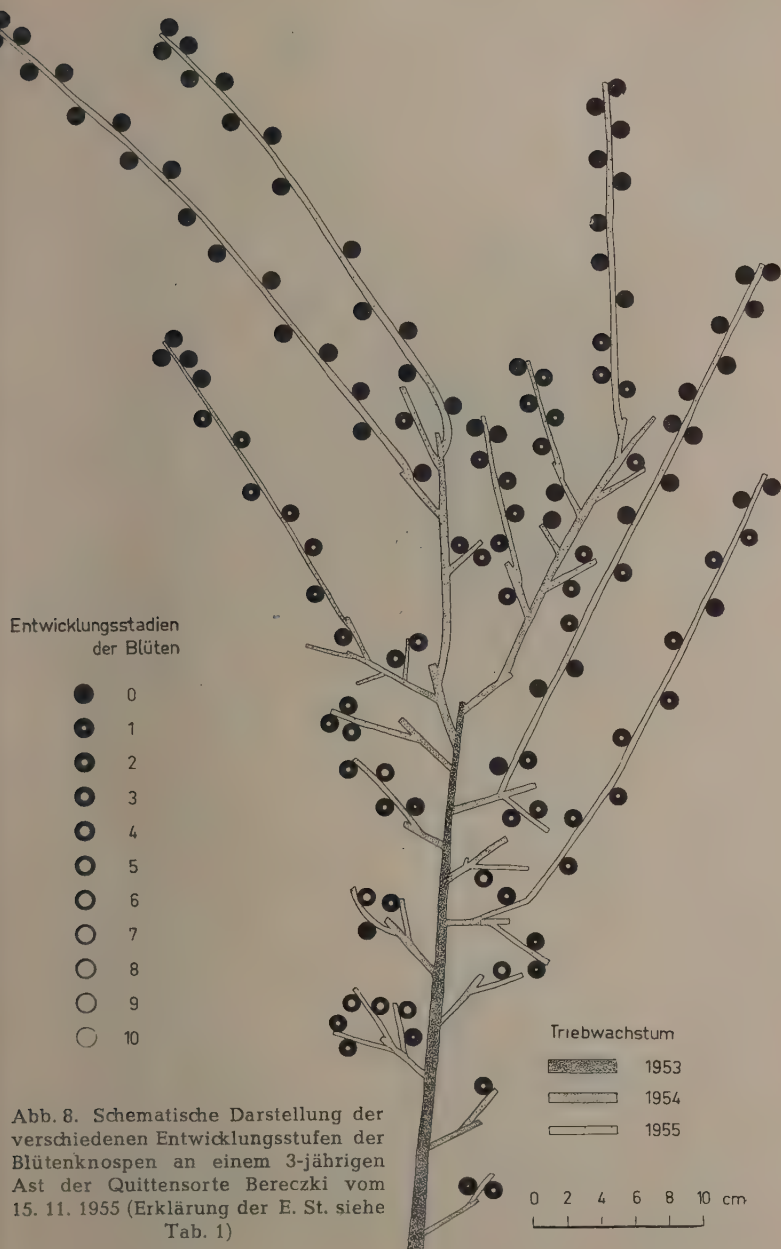






Abb. 9. 3-jähriger Ast der Quittensorte  
Berezcki vom 16. 12. 1955

der Blütenimpuls eingesetzt, einige Knospen differenzierten schon die Kelchblattanlagen (E. St. 2). Weitere derartige Beobachtungen an mehrjährigen Ästen mit Kurz- und Langtrieben zeigten, daß diese Unterschiede im Entwicklungsgrad der Blütenknospen bis zur Blühzeit bestehen blieben.

Die Versuchsergebnisse aus dem Jahre 1954/55 deckten sich mit den beschriebenen Beobachtungen aus dem Jahre 1955/56. Nur die Quittensorte Konstantinopeler setzte in der Entwicklungsperiode 1954/55 besonders spät mit dem Blühimpuls ein, in den Kurztriebknospen Ende Oktober und in den Langtriebknospen erst Ende Februar zu Beginn des Frühjahrs. Die Sorte Konstantinopeler erwies sich in dem sehr kalten Februar 1956 (Temperaturminima  $-24^{\circ}\text{C}$ ) als besonders frosthart.

### Besprechung der Ergebnisse

Unsere Untersuchungen zeigten, daß der Entwicklungsrhythmus und die Morphogenese der Quittenblütenknospen in ihren wesentlichen Grundzügen ähnlich waren wie bei den Apfel- und Birnenknospen. Trotz relativ später Blühzeit Ende Mai oder Anfang Juni setzte in den Quittenknospen der Blühimpuls noch im Spätherbst der Vegetationsperiode ein, die dem Blühjahr voranging. Allerdings geschah dies 8–14 Wochen später als bei allen untersuchten Apfel- und Birnensorten, bei denen die Blütenphase in den Monaten Juli und August begann. Man könnte die Verhältnisse bei der Quitte am ehesten mit dem Pfirsich vergleichen. Der Pfirsich, der ebenfalls strauchartigen Wuchs und nur ein- bzw. wenigblütige Infloreszenzen hat, fing auch relativ spät, aber immerhin noch 6–8 Wochen vor den untersuchten Quittensorten, im Laufe der zweiten Augushälfte und des Septembers mit der Blütendifferenzierung an (Feucht 1956, Zeller 1954). Bei *Rosa rugosa* beobachteten Rauh und Reznik (1951) den Beginn der Blütenphase in den mehrblütigen Knospen sogar erst Anfang Januar. Bei keiner von den in Deutschland angebauten und von uns untersuchten Obstarten und Obstsorten beobachteten wir in den Wintermonaten und zu Beginn des Frühjahrs in den Knospen so häufig das Eintreten in die florale Phase wie bei den untersuchten Quittensorten, ein Phänomen, das für die Knospen an den Langtrieben der Sorte Konstantinopeler in einem Versuchsjahr besonders zutraf. In diesem Zusammenhang gewinnen entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen von Hartmann (1951) an Knospen von *Olea europaea* L. an Bedeutung. In Portugal und in Kalifornien blühen die Oliven im Mai. Hartmann erwähnt nun, daß in Portugal der Blütenimpuls in den Olivenknospen erst Anfang Februar anfangte. Und an Hand von eigenen Untersuchungen wies er nach, daß in Kalifornien sogar erst im März die Blütendifferenzierung in den Olivenknospen begann.

Auffallend war, daß die Quittenblüten eines Busches stets auf ganz verschiedenen Entwicklungsstufen standen. Dies beobachtete Dotzler (1927) schon früher an Quittenbüschen in Niederösterreich im Winter. Eine ähnliche Erscheinung konnten wir neuerdings bei den Blütenknospen junger Apfelbüsche klären (Zeller 1960). Hier zeigte es sich auch,

daß die Blütenknospen am einjährigen Langtrieb, je nach ihrer Stellung am Trieb, relativ spät und zu ganz verschiedenen Zeiten mit der Blütenentwicklung aufingen und die Entwicklungsunterschiede während der gesamten Entwicklungsphase beibehielten.

Unsere entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen an Quittenknospen, die wir in dem beschriebenen Ausmaß nur während zwei Entwicklungsperioden und an drei Quittensorten durchführen konnten, zeigten sehr anschaulich, daß die Differenzierungsvorgänge in den Knospen auch in den Wintermonaten weitergingen und daß in der Winterzeit, abgesehen von extremen Kälteeinbrüchen, innerhalb der Knospen absolut keine dauernde Ruheperiode herrscht.

### Zusammenfassung

In den Knospen der Quittensorten Angers, Bereczki und Konstantinopeler begann der Blütenimpuls in den Jahren 1954/55 und 1955/56 am Kurztrieb nicht vor Ende September und am Langtrieb nicht vor Ende Oktober. Mit Ausnahme von Zeiten mit extrem tiefen Temperaturen traten einzelne Knospen auch während der Wintermonate und noch im März und April in die Blütenphase ein. Die Blütenknospen entwickelten sich während des Winters weiter. Da die Blütendifferenzierung zu ganz verschiedenen Zeiten einsetzte, befanden sich die Blütenknospen eines Busches stets auf sehr verschiedenen Entwicklungsstufen.

### Literatur

- Dotzler, F., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knospen unserer Obstgehölze. Fortschr. Landw. **2**, 461 (1927).
- Feucht, W., Über die Beziehungen zwischen dem Sproßsystem und der Anlage von Blüten bei Pfirsich. Gartenbauwissenschaft **3**, 265-283 (1956).
- Hartmann, H. T., Time of floral differentiation of the olive in California. Bot. Gaz. **112**, 323-327 (1951).
- Kobel, F., Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954.
- Küßmann, G., Die Quitten. Anbau, Kultur, Verwendung. Schriften zur Förderung des Gartenbaues. **2** (1951).
- Rauh, W., und H. Reznik, Histogenetische Untersuchungen an Blüten- und Infloreszenzachsen. I. Teil. Sitzgsber. Heidelb. Ak. Wiss., Math.-naturw. Kl. 139-207 (1951).
- Rudloff, C. F., und H. Schanderl, Die Befruchtungsbiologie der Obstgewächse und ihre Anwendung in der Praxis. 3. Auflage. Stuttgart 1950.
- Zeller, O., Entwicklungsgeschichte der Blütenknospen und Fruchtanlagen an einjährigen Langtrieben von Apfelbüschen. Ztschr. Pflanzenzüchtung (erscheint demnächst).
- , Über die Jahresrhythmik in der Entwicklung der Blütenknospen einiger Obstsorten. Gartenbauwissenschaft **5**, 167-181 (1958).

## Besprechungen aus der Literatur

**Bertsch, K.**, Moosflora von Südwestdeutschland. 2. Aufl. E. Ulmer, Stuttgart 1959. 234 S., 122 Abb. 10,— DM.

Als kleinste dem freien Auge noch einigermaßen unterscheidbare Pflanzengestalten erfreuen sich die Moose neben Flechten und höheren Pilzen seit alters vieler Freunde. So gibt es auch seit langem zahlreiche „Moosfloren“ in allen Kultursprachen. Ref. erinnert sich dankbar Wünsch es meisterhafter „Kryptogamenflora“ (Leipzig 1875), die ihm als Gymnasiasten die ersten Bestimmungen, freilich nur fruchtender Moose ermöglichte und ihn u. a. mit *Splachnum ampullaceum* bekannt machte. Viele Darstellungen begnügen sich, dem Anfänger einen Grundstock ausgewählter Formen zu vermitteln, etwa den Forstmann mit den wichtigsten standortsanzeigenden Moosen bekannt zu machen; ihr Habitus läßt sich in Photographien (Gaisberg-Meyer) oder Zeichnungen (Lohwag) natürlicher Größe charakteristisch wiedergeben. Sehr viel schwieriger ist es, dem Weiterstrebenden eine Bestimmung aller heimischen Formen zu ermöglichen. Da Rabenhorsts vielbändige Kryptogamenflora nicht jedermann erschwinglich ist, haben Gams einerseits, Bertsch andererseits für billiges Geld handliche kleine Moosfloren herausgebracht, welche praktisch alle mitteleuropäischen Arten umfassen (einige alpine Spezialitäten fehlen in Bertschs geographisch enger gefaßter Bearbeitung). Es ist eine erstaunliche Leistung, diese Fülle (762 Arten!) in den Umfang eines Taschenbuchs zu zwingen, mit — naturgemäß sehr kleinen — Skizzen zu illustrieren und, in Halbleinen gebunden, für einen Preis von 10,— DM, herauszubringen. Die bald notwendig gewordene Neuauflage ist die verdiente Anerkennung dieser Leistung eines erfahrenen Schulmanns.

H u b e r, München

**Cummins, G. B.**, Illustrated Genera of Rust Fungi. Burgess Publ. Comp., Minneapolis 1960. 131 S., zahlreiche Abb. Spiralgeheftet 4,50 \$.

In gleicher Form wie die vor Jahren erschienenen "Illustrated Genera of Imperfect Fungi" von Barnett hat Cummins die Genera der Uredineen bearbeitet. Ein äußerst dankenswertes Unterfangen, da die letzten umfassenden Darstellungen der Rostpilze (Dietel; Thirumalachar und Mundkur) in mancher Hinsicht korrekturbedürftig oder nicht immer leicht zugänglich sind. Nach einleitenden Ausführungen über die Morphologie und Biologie der Uredineen, in denen der Leser u. a. auch auf die vermuteten entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge der makro- und mikrozyklischen Formen hingewiesen wird, behandelt der Verf. die 95 heute bekannten Genera. Außer der Diagnose werden zu jeder Gattung Abbildungen geliefert, die z. T. schematisiert, teils aber, speziell für die Teleutosporen, Mikroaufnahmen oder Zeichnungen nach der Natur sind. Es finden sich ferner noch Hinweise auf besondere Charakteristika der einzelnen Gattungen sowie vielfach Literaturangaben, soweit Monographien jüngerer Datums vorliegen. Dem speziellen Teil ist ein Bestimmungsschlüssel vorangestellt, in dem die Genera in 10 Sektionen eingeteilt sind. Am Schluß findet sich eine Synonymenliste, die zwar nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, aber dennoch äußerst wertvoll ist, eine Übersicht über die wichtigste systematische Uredineenliteratur, ein Glossar der Fachausdrücke und der Index. Cummins' Bearbeitung der Uredineengattungen wird in Fachkreisen lebhaft begrüßt werden. Die schwierige und



mit der Zeit so unübersichtlich gewordene Taxonomie der Uredineen erheischte dringend eine sichtende Darstellung durch einen berufenen Kenner. Das Buch wird daher nicht nur allen Mykologen, sondern allen Phytopathologen dringend empfohlen.

Hassebrauk, Braunschweig

**Haitinger, M.**, Fluoreszenzmikroskopie. 2. erw. Aufl. Neu bearbeitet unter besonderer Berücksichtigung der Anwendungen in der Medizin und Biologie v. J. Eisenbrand und G. Werth. Akad. Verlagsges. Leipzig 1959. VIII, 168 S., 43 Abb., davon 1 Farbb. und 5 Diagr. Gbd. 22,— DM.

Im Vorwort zur 1. Auflage seiner Fluoreszenzmikroskopie, welche weitgehend auf seinen eigenen Arbeiten fußt, hat Haitinger die Bitte ausgesprochen, „sich des neuen Hilfsmittels zu bedienen und an dem Ausbau der Methode mitzuhelfen“. Die Neubearbeiter betonen, daß dieser Bitte so weitgehend entsprochen worden ist, daß die Literatur an Umfang stark zugenommen hat. Damit hat sich aber auch das von Haitinger erarbeitete Gebiet weitgehend geändert, so daß für diese Neuauflage nur Teile des ursprünglichen Textes beibehalten werden konnten. Der Aufbau des Textes ist in allgemeiner Hinsicht der gleiche geblieben, jedoch infolge der Fortschritte auf vielen Gebieten mehr spezifiziert worden. Das gilt schon für die Hilfsmittel wie Lichtquellen und Lichtfilter, ganz besonders aber für die Fluoreszenzmikroskope, Angabe und Erprobung neuer Fluorochrome. Es werden auch Hinweise gegeben für die Mikrophotographie im Fluoreszenzlicht. Entsprechend der Tatsache, daß die wesentliche Bedeutung der Fluoreszenzmikroskopie heute noch in weitem Umfange auf analytischem Gebiet liegt, gibt der Hauptteil des Buches eine Übersicht über das fluoreszenzmikroskopische Verhalten pflanzlicher und tierischer Objekte unter den Gesichtspunkten der Primär- und Sekundärfluoreszenz. Neu hinzugekommen sind die Anwendungen auf medizinischem Gebiet, ferner über die Fluoreszenzfärbung der Bakterien. — Die Fluoreszenzmikroskopie ist noch ein junges Arbeitsgebiet. Zahlreiche neue Ansätze liegen vor, wie die Neuauflage des „Haitinger“ erkennen läßt, aber sicher sind die Grenzen der Anwendungsmöglichkeiten noch nicht erreicht. Die Herausgeber schließen ihre Ausführungen mit dem Satz: „In jedem Falle aber stellen Fluoreszenzphänomene gewissermaßen Lichtsignale dar, die die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß hier etwas vor sich geht und zu weiteren Analysen Veranlassung geben könnte.“

A. Th. Czaja, Aachen

Neue Forschungsergebnisse über Entstehung, Entwicklung und Bearbeitung unserer Böden. — Vorträge der 4. Ackerbautagung der DLG, Stuttgart-Hohenheim 1958. DLG Verlag, Frankfurt am Main, 1959, 88 S. 5,20 DM.

Das vorliegende Heft gibt eine umfassende Darstellung der Vorgänge, die zur Bildung unserer Böden und allen damit verbundenen Folgeerscheinungen führen. Das Charakteristische des Büchleins ist, daß die Schilderung auf allgemeingültiger Grundlage von hoher Warte, aus der Feder sechs berufener Autoren, ein vorzügliches Gesamtbild vermittelt, ohne sich in Einzelheiten zu verlieren. So würdigt E. Mückenhausen im ersten Vortrag „Die Entstehung unserer Ackerböden“ in knappen Ausführungen die Bedeutung der hierbei beteiligten Faktoren, deren großräumige Auffassung die Schilderung besonders lebhaft macht. Anschließend werden die

wichtigsten Bodenbildungen Mitteleuropas im einzelnen besprochen. F. Scheffer behandelt „Die Weiterentwicklung des natürlichen Bodenprofils unter dem Einfluß der Bodennutzung“. An Hand eines Lößbodens beschreibt er die Bildung des Bodentyps in den verschiedenen Entwicklungsstadien. Der Einfluß des Menschen, der zum „anthropogenen Profil“ führt, wird erläutert; die Ertragssicherheit des Bodens wird besprochen.

G. Gliemeroth befaßt sich mit dem Thema „Strukturzustand und Wurzelausbildung“, wobei die Bedeutung des Unterbodens für Tiefgang und Tiefenverteilung der Wurzeln besonders betont wird. Auf Grund z. T. eigener Versuche wird der Einfluß von Bodenbearbeitung und Verdichtungen, von Gasaustausch und Nährstoffen im Boden auf die Bewurzelung besprochen.

Die biologische Seite kommt in zwei Beiträgen von Gg. Glathe und L. Meyer unter dem Motto „Bodenstruktur und Bodenleben in Wechselwirkung“ zu ihrem Recht. Ersterer geht von der „Lebendverbauung“ nach Sekera aus, indem er die mikrobiellen Einflüsse auf die Krümelbildung schildert. Ein Vergleich mit dem chemischen Mittel Krillium, sowie die Untersuchung der Düngungseinflüsse, der zeitlichen Veränderungen und anderer einschlägiger Faktoren bei der Krümelbildung ergänzt die Ausführungen. L. Meyer erläutert an Beispielen aus seinen Versuchen die Wechselwirkung zwischen Bodenstruktur und Bodenleben im Blick auf Strukturstabilität und Pilzbesiedlung unter verschiedenen Kulturarten. Die funktionelle Wirkung der Mikroorganismen im Boden wird in ihrer Vielfalt gewürdigt. „Die Beeinflussung der Bodenstruktur durch Bearbeitungsmaßnahmen“ behandelt H. Frese. Unter Hinweis auf bodengenetisch bedingte Erscheinungen schildert er die dem Landwirt zur Verfügung stehenden Möglichkeiten unter Berücksichtigung der Bearbeitungszeit, der Geräte und der Zugmittel.

Wenn das Büchlein sich auch in erster Linie an den Landwirt wendet, so bietet es in seiner umfassenden Art und der reichen, z. T. farbigen Bilderung jedem, der mit dem Boden vielleicht in zweiter Linie zu tun hat oder sich dafür interessiert, eine äußerst wertvolle Einführung.

K. W. Müller, Weihenstephan

**Pirone, P. P., Dodge, B. O., and Rickett, H. W.,** Diseases and Tests of Ornamental Plants. 3. Aufl. The Ronald Press Comp., New York 1960. 775 S., 221 Abb. Ganzleinen 10,— \$.

Das vorliegende Buch über die Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen, das 1943 als erstes Werk dieser Art in englischer Sprache erschien, hat sich schnell seinen verdienten Platz in der Fachliteratur errungen. Für die 3. Auflage zeichnet nunmehr auch noch P. P. Pirone als Autor verantwortlich, der nach der Emeritierung von B. O. Dodge Pathologe am New Yorker Botanischen Garten geworden ist. In der neuen Auflage ist die bewährte Einteilung in einen allgemeinen und einen speziellen Teil beibehalten; überall finden sich aber wesentliche Verbesserungen und Erweiterungen, was sich schon in dem um 135 Seiten vermehrten Umfang dokumentiert. Insbesondere mußte dem neuesten Stande der Pflanzenschutzmittelforschung, die ja seit dem Erscheinen der letzten Auflage (1948) teilweise nicht unerhebliche Fortschritte gebracht hat, Rechnung getragen werden. Dementsprechend ist auch die wertvolle Mischtablette ergänzt. Im speziellen Teil werden nahezu 500 Genera mit ihren Krankheiten und Schädlingen sowie den empfehlenswerten Bekämpfungsmaßnahmen angeführt.

Wenngleich sich darunter naturgemäß manche Zierpflanzen und manche Krankheiten finden, die für Europa (noch?) keine Bedeutung haben und umgekehrt die eine oder andere für uns bedeutungsvolle Erkrankung vermißt wird, ist doch das Studium dieser Seiten auch für uns sehr aufschlußreich. Das Buch ist in erster Linie für den Gärtner und den Blumenliebhaber geschrieben; aber auch die Phytopathologen werden es zu informatorischen Zwecken gern zur Hand nehmen. Die Aufmachung ist vorzüglich. Die Abbildungen sind äußerst instruktiv und in der Wiedergabe fast ausnahmslos sehr gut. Als zusätzlicher Gewinn für den mit der amerikanischen Sprache nicht Vertrauten sind die hinter den lateinischen Gattungsnamen sowie im Index angeführten volkstümlichen Pflanzenbezeichnungen anzusehen.

Hassebrauk, Braunschweig

**Plant Pathology, An Advanced Treatise.** Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von J. G. Horsfall und A. E. Dimond. Academic Press, Inc., Publ., New York. Vol. I: The Diseased Plant. 1959. XIV, 674 S. Ganzleinen 22,— \$.

Die phytopathologische Literatur hat keinen Mangel an Werken über die speziellen Krankheitsursachen und -erreger sowie die Symptomatologie und Bekämpfungsmöglichkeiten der von ihnen hervorgerufenen Erkrankungen. Von der allgemeinen Phytopathologie haben aber bisher nur Teilgebiete (Pathologische Anatomie, Infektionslehre) ihre Meister gefunden, soweit nicht hin und wieder in relativ kurzer Form, zuletzt wohl von T. Savulescu und O. Savulescu, eine etwas umfassendere Bearbeitung versucht wurde. Das vorliegende Werk ist somit das erste Lehrbuch, oder besser Handbuch der allgemeinen Phytopathologie, das folgerichtig die kranke Pflanze in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt. Wenn wir so lange auf ein solches Werk gewartet haben, so erklärt sich das daraus, daß erst die Forschungen der Neuzeit — und es muß gerechterweise anerkannt werden: vor allem die Forschungen der nordamerikanischen Pathologen und Physiologen — die Grundlagen geschaffen haben, das Wagnis einer ersten Sichtung unserer Kenntnisse zu unternehmen. Die Aufgabe ist aber auch heute bereits nicht mehr von einem oder zwei Autoren zu bewältigen; und so haben sich die Herausgeber der Mitarbeit einer großen Anzahl Fachgelehrter aus der ganzen Welt versichert.

Das dreibändige Werk gliedert sich in: Vol. I: The diseased plant, Vol. II: The pathogen, und Vol. III: The diseased population — epidemics and control. Der erste Band beginnt mit einigen Kapiteln über grundsätzliche und allgemeine Fragen. So werden in Kapitel I (The diseased plant: J. G. Horsfall und A. E. Dimond) zunächst als Einführung der Begriff der Krankheit und der kranken Pflanze erläutert und die Gliederung des Stoffgebietes kommentiert. Die Ansicht der Autoren, daß die Vorliebe mancher Völker für bestimmte Getreidearten im wesentlichen darauf zurückzuführen sei, weil andere Cerealien, z. B. Weizen, in den betreffenden Ländern zu stark von Rost befallen würden, dürfte wohl etwas kühn sein. — Das Kapitel II (Scope and contributions of plant pathology: J. G. Ten Houten) befaßt sich mit den Auswirkungen der phytopathologischen Forschung auf andere Wissensgebiete und umgekehrt. Der Satz "...unfortunately such reciprocal features of plant pathology are often ignored by the physiologist" ist vor allem in Europa leider nur allzu berechtigt. — Eine Geschichte der Phytopathologie bringt G. W. Keitt in Kapitel III. — Kapitel IV (How sick is the plant: K. Starr Chester) behandelt Krank-

heit und Ertragsverluste. Sehr wichtig sind die Ausführungen über Methoden der Schadensfeststellungen. — Dann folgen sechs Kapitel über die Auswirkungen und stoffwechselphysiologischen Ursachen der Erkrankungen. Wie stets in solchen Fällen ergeben sich hierbei unüberwindliche Schwierigkeiten bei der Aufteilung des Stoffes, die von dem einen oder anderen Leser natürlich viel besser vorgenommen wäre. Überschneidungen und Wiederholungen sind bei der engen Verzahnung aller physiologischen Prozesse aber unvermeidlich. — In Kapitel V behandeln A. Husain und A. Kelman Gewebeschäden (*Tissue is disintegrated*), in Kapitel VI A. C. Braun Wuchsstörungen (*Growth is affected*). In diesem Kapitel ist vor allem den *tumefaciens*-Tumoren breiter Raum gewidmet. — Kapitel VII befaßt sich mit den Störungen der Fortpflanzung (*Reproduction is affected*: A. Ciccarone). — In Kapitel VIII (*The host is starved*: C. Sempio) werden die Möglichkeiten diskutiert, die zu Nahrungsmangel führen, und in Kapitel IX (*Water is deficient*: D. Subramanian und L. Saraswathi-Devi) werden die Ursachen erörtert, die Störungen des Wasserhaushalts zur Folge haben. — Die wichtigsten Veränderungen des Atmungsstoffwechsels mit all ihren Begleit- und Folgeerscheinungen behandeln I. Uritani und T. Akazawa im X. Kapitel (*Alteration of the respiratory pattern in infected plants*). — Die folgenden drei Kapitel befassen sich mit den Erscheinungen der Abwehr eines Infekts. S. Akai erörtert die prae- und postinfektionellen histologischen Abwehrmöglichkeiten (*Histology of defense in plants*). — P. J. Allen verarbeitet erfreulich kritisch unser bisher relativ wenig konkretes Wissen über die physiologisch-chemischen Abwehrreaktionen im XII. Kapitel (*Physiology and biochemistry of defense*). — Die äußerst schwierige Frage der Überempfindlichkeit (Kapitel XIII: *Hypersensitivity*) wird von K. O. Müller behandelt. Das Bemühen, sehr heterogene Erscheinungen auf einen Nenner zu bringen, scheint Ref. nicht immer befriedigend. Sollte die Natur nicht erfindungsreicher sein? Einen Satz wie "A plant which does not react in a hypersensitive fashion and, therefore, is susceptible to the pathogen..." kann Ref. nicht unterschreiben. Es dürfte auch zu wenig berücksichtigt sein, daß eigentliche Resistenz und schlechte Entwicklungsmöglichkeiten für den Erreger auf ganz verschiedenen Wegen zustande kommen können und nicht immer parallel zu gehen brauchen. — In Kapitel XIV erörtert O. E. Yarwood die verschiedenen Faktoren, die die Disposition verändern. — Das Schlußkapitel (F. L. Howard und J. G. Horsfall) ist der physikalischen und chemischen Therapie (der Einzelpflanze) gewidmet, ein Problem, dessen Bearbeitung erst begonnen hat. Ausgezeichnet sind die Ausführungen über Eindringen, Translokation und weiteres Schicksal der Therapeutika im Wirt.

Ref. scheut sich nicht, das Erscheinen des vorliegenden Werkes geradezu als ein literarisches Ereignis zu bezeichnen. Es gehört in die Hand jedes phytopathologischen Forschers, möge aber auch in den Kreisen unserer Physiologen seine interessierten Leser und sein Echo finden.

Hassebrauk, Braunschweig

**Plant Pathology, An Advanced Treatise.** Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von J. G. Horsfall und A. E. Diamond. Academic Press Inc., Publ., New York. Vol. II: The Pathogen. 1960. XIV, 715 S. Ganzleinen 22,— \$.

Der zweite Band dieses begrüßenswerten Handbuches ist den Krankheitserregern oder weitergehend dem „Pathogen“ gewidmet, eine Be-



zeichnung, die im Angelsächsischen abiotische wie biotische Krankheitsursachen und -erreger sowie die Viren umfaßt. Im einleitenden Kapitel (The pathogen: the concept of causality) diskutieren Horsfall und Diamond, z.T. in der für Horsfall charakteristischen launigen Weise, u.a. die Terminologie, die ja bei der Entwicklung der Phytopathologie manchmal recht irreführende Wege gegangen ist. — Das II. Kapitel (The nature, origin, and evolution of parasitism: G. L. McNew) dient einer geistvollen Betrachtung des Parasitismus. Sie gipfelt in der Ansicht des Autors, daß mit fortschreitender Evolution zum höchsten Stadium, dem obligaten Parasitismus, eine Abschwächung der Pathogenität bzw. eine bessere Anpassung des Wirtes einhergeht, so daß die Partner dem Stadium des Kommensalismus immer näher kommen. Bemerkenswert sind die Ausführungen über eine Bekämpfung nach logischen Gesichtspunkten. — Die folgenden Kapitel sind der Pathogenität gewidmet: Vermehrung der Erreger, Wesen der Pathogenität, Unterbindung der Pathogenität. Das Kapitel III (The multiplication of viruses: F. C. Bawden) befaßt sich keineswegs nur mit der Virusvermehrung allein, sondern stellt zwangsläufig gleichzeitig ein kurzes Exposé über Viren überhaupt dar. — L. E. Hawker berichtet in Kapitel IV über "Reproduction of bacteria, Actinomycetes, and fungi". — V. W. Cochrane, von dem erst vor wenigen Jahren das gleiche Thema in seiner "Physiology of fungi" dargestellt ist, behandelt in Kapitel V die Sporenkeimung, einschließlich des Stoffwechsels der Sporen. — Ein reizvolles Gegenstück zu den entsprechenden Kapiteln des ersten Bandes bilden Kapitel VI (The mechanical ability to breach the host barriers: S. Dickinson) und Kapitel VII (Chemical ability to breach the host barriers: R. K. S. Wood). Die Autoren mußten hier oft notgedrungen auf Abwehreigenschaften oder -vorgänge seitens der Wirtspflanze zurückgreifen. Vieles ist auf diesem Gebiet noch sehr hypothetisch und harrt der Forschung. — Eine gewisse Sonderstellung nimmt Kapitel VIII ein, das etwas aus dem Rahmen fällt, dessen Einfügung aber sehr begrüßenswert ist. Es befaßt sich mit dem bisher stark vernachlässigten und erst in jüngster Zeit intensiver aufgegriffenen Problem der Wechselbeziehungen zwischen bodenbewohnenden Erregern und der Rhizosphäre oder der Wirtspflanze (Interaction of pathogen, soil, other microorganisms in the soil, and host: T. S. Sadasivan und C. V. Subramanian). — Unsere vielfach noch sehr fragmentarischen Kenntnisse der Toxinbildung werden von R. A. Ludwig in Kapitel IX gesichtet. — Die beiden folgenden Kapitel befassen sich mit der Variabilität der Erreger. Kapitel X: Heterokaryosis, saltation, and adaptation (E. W. Buxton) und Kapitel XI: Genetics of pathogenicity (T. Johnson). Den Anschauungen Buxtons über Adaption kann Ref. nicht vorbehaltlos beipflichten. — In den restlichen Kapiteln wird die Unterbindung der Pathogenität erörtert. Von großem, wenn auch zunächst überwiegend theoretischem Interesse ist "Virus inactivation in vitro and in vivo" (R. E. F. Matthews). — Kapitel XIII und XIV behandeln die Wirkung von Fungiziden, einmal von Seiten des Pilzes (Physiology of fungitoxicity: H. D. Gisler und C. E. Cox) und einmal vom Standpunkt des Chemikers gesehen (Fungicidal chemistry: S. Rich). Wenn hier auch noch viel Empirie ist, so können wir doch in jüngerer Zeit eine erfreuliche Zunahme exakter Kenntnisse verzeichnen. Rich schließt mit dem zuversichtlichen Ausspruch: "The future of fungicides is excellent." — Im Schlußkapitel berichtet M. W. Allen über Nematocide.

Hassebrauk, Braunschweig

**Sauberer, F., und Härtel, O., Pflanze und Strahlung** (Probleme der Bioklimatologie, Band 5). Akad. Verlagsges. Leipzig 1959. 268 S., 82 Abb. Geb. 29,50 DM.

Der Titel des Buches kann insofern mißverstanden werden, als nur Licht- und Wärmestrahlung, nicht aber Röntgen-, Elektronen- usw. Strahlen behandelt werden. Es liegt also eine Monographie der natürlichen Strahlungserscheinungen vor, die sich in die Kapitel gliedert: Natürliche Strahlungsfelder, Wärmeumsatz, Strahlungsvorgänge an Pflanzen, Meßmethoden, absorbierende Pflanzenorgane, absorbierende Strukturen und Stoffe, pflanzliche Pigmente, Photosynthese und Stoffproduktion, weitere lichtbeeinflusste Vorgänge. Daß dieses weitgespannte Thema auf wenig mehr als 250 Seiten nicht erschöpfend behandelt werden kann, ist klar. Die von den Verfassern getroffene Auswahl ist aber gut und überlegt und die Darstellung klar und kritisch. Neben den meteorologischen und physiologischen Grundlagen wird überall auch auf die speziellen ökologischen Probleme eingegangen. Bei der heutigen Ausweitung und dem Auseinanderstreben unseres Wissens sind solche Zusammenfassungen, an denen wir in der deutschen Literatur Mangel haben, von großem Wert für die Orientierung über den Stand unseres Wissens und die noch offenen Probleme. Der Wert des Buches wird in dieser Hinsicht erhöht durch ein reichhaltiges Literaturverzeichnis und sorgfältige Namen- und Sachregister.

O. Stocker, Darmstadt

**Schussnig, B., Handbuch der Protophytenkunde.** Eine vergleichend-morphologische und biologische Darstellung der niederen Pflanzen für Biologen, Mediziner und Landwirte. G. Fischer-Verlag, Jena 1960. X, 1144 S., 880 Abb. Ganzleinen 137,50 DM.

Sieben Jahre nach Herausgabe des 1. Bandes vom „Handbuch der Protophytenkunde“ ist nun der 2. Band erschienen. An der Seitenzahl gemessen hat er fast den doppelten Umfang des 1. Bandes. Dadurch aber, daß der Druck diesmal auf etwas dünnerem und auch besserem Papier erfolgte, fällt die Volumvergrößerung nicht allzu sehr „ins Gewicht“. Das Buch ist mit übersichtlichen schematischen Zeichnungen, ferner mit eindrucksvollen Modellrekonstruktionen, Mikrophotographien und auch relativ zahlreichen elektronenmikroskopischen Aufnahmen ausgezeichnet illustriert. Wenn der Verfasser im Vorwort schreibt, daß nur eine verhältnismäßig geringe Stoffauswahl beabsichtigt war, so klingt das für jeden, der in dem Buch liest, zu bescheiden, da die Fülle des Stoffes beim Leser alles andere als den Gedanken an eine enge Stoffauswahl aufkommen läßt. Das Buch bringt viele experimentelle Ergebnisse der vergleichend-entwicklungsgeschichtlichen Morphologie und Organographie der ein- und mehrzelligen Protophyten und gleichzeitig einen gut fundierten allgemeinen Einblick in die Formwerdung.

Das Buch ist in 10 Kapitel gegliedert, die ihrerseits wieder mehrfach unterteilt sind. Ein Sach- und Artenverzeichnis, sowie kurze Ergänzungen während der Drucklegung finden sich am Schluß des Buches, ausführliche Literaturverzeichnisse mit einer Ausnahme wieder jeweils am Ende jedes Kapitels. Das 1. Kapitel beschäftigt sich mit cytoplasmatischen Strukturen, die mit der Ausbildung des Geißelapparates in näherer Beziehung stehen, und ist mit „Kinetom“ überschrieben. Mancher Leser wird diese Bezeichnung zum erstenmal lesen und es ist für den Text ganz allgemein zu vermerken, daß die zahllosen speziellen Fachausdrücke viele Benutzer

des Buches, die der Materie etwas ferner stehen, verwirren werden. Will man das Buch mit Gewinn lesen, so bedarf es erst einer gewissen Zeit des Einlesens, was selbstverständlich dem Wert des Buches keinen Abbruch tut. Im 2. und 3. Kapitel werden Mitochondrien, Mikrosomen und Plastiden abgehandelt, im 4. alle vacuolären Elemente der Zelle und im 5. alle aus dem Protoplasma unter Veränderung der gewöhnlichen Struktur sich herleitende Bestandteile, die keine reduplikative Fähigkeit besitzen (Trichocysten, Silberlinien, Plasmodesmen u. a.). Das 6. Kapitel beschreibt die Hüllbildungen und das 7. Wachstum und Vermehrung der Protophytenzelle. Im 8. Kapitel wird ein Überblick über die ungeschlechtliche, im 9. über die vegetative Vermehrung bei Algen und Pilzen gegeben. Das 10. und letzte Kapitel ist schließlich der Darstellung der sexuellen Fortpflanzung vorbehalten.

Dieser 2. Band des Gesamtwerkes wird wahrscheinlich nur einen relativ kleinen Kreis der im Untertitel angesprochenen Biologen, Mediziner und Landwirte näher interessieren und nur für Mikrobiologen mit spezieller Forschungsrichtung von großem Nutzen sein.

Der Arbeitsaufwand des Verfassers kann nicht hoch genug eingeschätzt werden, zumal an einem Handbuch dieses Umfanges meist mehrere Autoren beteiligt sind. Es ist zu wünschen, daß auch der 2. Band des „Handbuches der Protophytenkunde“ weiteste Verbreitung und neue Anhänger findet.

Gehring, Berlin-Dahlem

## 50. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik am 9. Juni 1960 in Köln

In Vertretung des 1. Vorsitzenden eröffnete Herr Scheibe die Generalversammlung um 14.00 Uhr und begrüßte mit herzlichen Worten die beiden anwesenden Ehrenmitglieder, Herrn G ü s s o w und Herrn S t a p p. An den wegen Erkrankung abwesenden 1. Vorsitzenden, Herrn H u b e r, wurde auf einstimmigen Beschluß ein Begrüßungstelegramm gesandt.

Herr Scheibe gedachte sodann des verstorbenen Mitgliedes P. Claussen, Marburg.

Die Vereinigung hatte am 31. 12. 1958 402 Mitglieder. Neu hinzugekommen sind 7, ausgeschieden 3 Mitglieder, so daß der Vereinigung am 31. 12. 1959 406 Mitglieder, darunter 27 im Auslande, angehörten.

In Vertretung des Schatzmeisters, Herrn L u d e w i g, verlas der 1. Schriftführer, Herr H a s s e b r a u k, den Kassenbericht:

	DM		DM
Bestand 31. 12. 1958	14 960,19	Bestand 31. 12. 1959	16 562,09
Einnahmen:		Ausgaben:	
Mitgliedsbeiträge	5 410,35	Druck der Zeitschrift	7 983,95
Verkauf von Einzelheften	4 427,45	Porto	350,50
Zinsen	673,10	Verwaltungskosten	639,36
Wertpapierablösung	64,81	—	—
	<u>25 535,90</u>		<u>25 535,90</u>

Der Bestand ist vorhanden:

	DM
Bankkonto:	
Sparbuch	14 638,80
Tageskonto	36,96
Postscheckkonto	1 732,63
bar	153,70
	<u>16 562,09</u>

Die Kasse ist von den Herren U s c h d r a w e i t und G e h r i n g geprüft und für richtig befunden worden. Auf Antrag von Herrn Scheibe wurde der Schatzmeister einstimmig entlastet.

Gemäß § 22 der Satzung hatte der Vorstand den Antrag auf folgende Satzungsänderung durch Rundschreiben am 27. April 1960 bekanntgegeben: Der § 14 soll lauten:

„Die Mitglieder haben das Recht der Antragstellung und der Abstimmung. Ferner steht in erster Linie den Mitgliedern das Recht zur Veröffentlichung von Arbeiten in der Zeitschrift der Vereinigung zu.“

Herr Windisch gab zu bedenken, daß aus der Fassung „steht das Recht zu“ Schwierigkeiten erwachsen könnten, wenn der Schriftleitung unbrauchbare Manuskripte eingereicht würden; er beantragte, diesen Passus anders zu formulieren. Nach weiterer Diskussion wurde von der Versammlung grundsätzlich einer Satzungsänderung zugestimmt, die auch Nicht-



mitgliedern die Veröffentlichung von Arbeiten in unserer Zeitschrift zugesteht. Der Vorstand wurde aber beauftragt, eine Formulierung des § 14 zu wählen, die die Gefahr von Rechtsansprüchen auf Veröffentlichung ausschließt\*).

Herr Hassebrauk wies darauf hin, daß die Zeitschrift nunmehr, einem alten Wunsche vieler Mitglieder entsprechend, durch Sammelberichte über einzelne Gebiete der angewandten Botanik erweitert würde.

Herr Bercks fragte nach der derzeitigen Verbreitung der Zeitschrift. Nach Ansicht von Herrn Richter werden etwa 600 Hefte, davon rund 200 Hefte im freien Handel (vorwiegend im Auslande), abgegeben.

Bzüglich Zeit und Ort der nächsten Generalversammlung schlossen sich die Mitglieder auf Vorschlag von Herrn Scheibe dem Beschluß der Deutschen Botanischen Gesellschaft an, im nächsten Jahre der Einladung von Herrn Mothes nach Halle zu folgen. Dem Vorstande wurde aber freie Hand gelassen, im Bedarfsfalle anders zu entscheiden.

Auf Antrag von Herrn Tiegs wurde der Gesamtvorstand entlastet.

Herr Scheibe schloß die Generalversammlung 14.45 Uhr.

A. Scheibe  
2. Vorsitzender

K. Hassebrauk  
1. Schriftführer

\*) Der Vorstand hat inzwischen folgende Formulierung beschlossen: „Ferner werden von Mitgliedern eingereichte Beiträge bevorzugt in der Zeitschrift der Vereinigung veröffentlicht.“

## Bericht über die Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 7.—11. Juni 1960 in Köln

Die Tagung wurde mit dem obligaten Begrüßungsabend eingeleitet, der am 7. Juni im Hotel Fürstenhof am Dom schon zahlreiche Teilnehmer zusammenführte.

Am 8. Juni eröffnete Herr Straub im großen Hörsaal der Biologischen Institute die gemeinsame Tagung der beiden botanischen Gesellschaften. Der neue Hörsaal konnte trotz seiner beachtlichen Ausmaße die große Zahl der Teilnehmer kaum fassen, unter denen sich erfreulicherweise dieses Mal besonders viele Kollegen aus Mitteldeutschland befanden. Nach Begrüßungsworten des Herrn Oberbürgermeisters Burauen und Seiner Magnifizenz Professor Kraus berichtete Herr Straub über die Geschichte des Botanischen Gartens und des Botanischen Institutes der Universität Köln, das in den Jahren 1953—1956 neu erbaut ist und heute zu den schönsten und zweckmäßigsten Instituten der Bundesrepublik zählen dürfte. Umrahmt wurde die Eröffnung durch einige Quartettsätze Haydns (F-dur) und Beethovens (op. 74), deren meisterliche Wiedergabe durch Studierende der Musikhochschule höchste Anerkennung verdient.

Eines der zentralen Themen der diesjährigen Tagung war die Virusforschung. Der Eröffnungsvortrag von Herrn Melchers befaßte sich demgemäß mit der „Bedeutung der Virusforschung für die allgemeine Biologie“. Ihm folgten weitere Vorträge zum Virusproblem, die theoretische sowie — überwiegend am Nachmittag — praktische Fragen behandelten.

Am 9. Juni mußten die Vorträge bereits in Parallelveranstaltungen aufgeteilt werden, die teils der Paläobotanik, teils der Allelopathie gewidmet

waren. Mittags wurde die Generalversammlung unserer Vereinigung abgehalten und anschließend stand es den Teilnehmern frei, entweder wissenschaftlichen Vorträgen beizuwohnen oder Besichtigungsfahrten zu unternehmen, die die Farbenwerke Bayer oder die Firma Madaus oder das linksrheinische Braunkohlenrevier zum Ziele hatten.

Ref. nahm an der Besichtigung der Firma Madaus teil, wo die Besucher äußerst gastfrei aufgenommen wurden. Nach der Begrüßung durch Herrn Dr. Madaus hielt Herr Professor Dr. Orzechowski einen fesselnden Vortrag über aktuelle Entwicklungsarbeiten der Firma auf dem Gebiet der Herzglykoside und Aesculin-Saponine. Der Zeitmangel gestattete leider nur eine relativ kurze, aber dennoch eindrucksvolle Besichtigung der Versuchsfelder und Gewächshäuser.

Der Abend vereinigte alle Teilnehmer zu einem Kölner Abend in der Flora-Gaststätte. Eine fast pausenlose Reihe kabarettistischer Vorführungen und die flotten Darbietungen einer Kapelle ließen den Abend im Fluge vergehen. Er wurde gekrönt durch ein Haydnquartett, das die oben erwähnten jungen Künstler noch spät in der Nacht im Botanischen Garten zu Gehör brachten.

In drei Parellelveranstaltungen mußte das wissenschaftliche Programm des Freitag Vormittags abgewickelt werden, das Vorträge aus den verschiedensten Gebieten umfaßte.

Über die für den Nachmittag vorgesehene Rheinfahrt und die beiden botanischen Exkursionen, die am 11. VI. bzw. vom 11.—15. VI. in die Eifel und das Hohe Venn führten, kann Ref. nicht mehr berichten.

Hassebrauk

---

## Personalnachrichten

Unser Mitglied Regierungsrat Dr. Otto Bode, Braunschweig, ist zum Oberregierungsrat ernannt worden.

Unser Mitglied Professor Dr. Eduard von Boguslawski, Gießen, ist als Vertreter der Universitäten des Landes Hessen im Rundfunkrat des Hessischen Rundfunks benannt worden.

Unserem Mitglied Professor Dr. Walther Brouwer, Stuttgart-Hohenheim, ist von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus-Liebig-Universität Gießen der Doktor der Landwirtschaft ehrenhalber verliehen worden. Gleichzeitig wurde Professor Brouwer von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft mit der Silbernen Max-Eyth-Medaille ausgezeichnet.

Unser Mitglied Dr. Robert Bünsow, Göttingen, erhielt von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen die Lehrbefugnis für Botanik.

Unsere Mitglieder Professor Dr. Gerhard de Haas und Professor Dr. Wilhelm Nicolaisen, Hannover-Herrenhausen, wurden als Vertreter des Gartenbaues in den Forschungsrat für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gewählt.

Unser Mitglied Professor Dr. Walther Hoffmann, Berlin-Dahlem, wurde zum Dekan der Fakultät für Landbau der Technischen Universität Berlin gewählt.

Unser Mitglied Professor Dr. Ulrich Ruge, Hamburg, wurde zum Professor an der Universität und Direktor des Staatsinstituts für Angewandte Botanik Hamburg ernannt.

Unser Mitglied Professor Dr. Eduard Schratz, Münster, wurde zum Direktor des neuen Instituts für Pharmakognosie der Universität Münster ernannt.

Unser Mitglied Professor Dr. Josef Straub, Köln-Riehl, ist als Direktor an das Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut) in Köln-Vogelsang berufen worden.

## Aus der Mitgliederbewegung

### Neues Mitglied

Börner, Dr. Horst, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftl. Hochschule Stuttgart-Hohenheim, (14 a) Sielmingen (Kr. Eßlingen), Wagnerstr. 3.

### Anschriftenänderungen

Heitefuß, Dr. Rudolf, Diplomlandwirt, Institut für Pflanzenpathologie der Universität, (20 b) Göttingen, Nikolausbergerweg 5 a.

Hoffmann, Dr. Walther, o. Professor, Direktor des Instituts für Vererbungs- und Züchtungsforschung der Fakultät für Landbau der Technischen Universität, (1) Berlin-Dahlem, Albercht-Thaer-Weg 6.

Jaenichen, Dr. Hermann, Pflanzenschutzamt Berlin, (1) Berlin-Zehlendorf, Altkircher Str. 1+3.

Reher, Ingrid, Diplom-Biologin, (24 a) Aumühle b. Hamburg, Waldstraße 19.

Ruge, Dr. Ulrich, o. Professor, Direktor des Staatsinstituts für Angewandte Botanik, (24 a) Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.

Im Anschluß an die diesjährige Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte findet vom 29. September bis 1. Oktober 1960 in Hannover im Ägi-Theater die diesjährige Biologen-Tagung statt. Der Verband Deutscher Biologen e. V. (Iserlohn, Baarstr. 38) lädt zu dieser Tagung ein.

### Druckfehlerberichtigung

In der Veröffentlichung von E. Köhler: Die Viruskrankheiten der Kartoffel, nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung (34, 1960, 1-27) sind beim Umbruch noch einige sinnentstellende Druckfehler entstanden. Es muß heißen:

S. 12. 3. Zeile von unten: Aufbringen statt Aufbrinen.

S. 13. 4. Zeile von oben: Dgl.

S. 17. 19. Zeile von unten: Blattlausbefall statt Blattausfall.

S. 19. Abschn. A-Virus, 3. Zeile: Tab. 4 statt Tab. 2.

S. 23. 3. Titel von Köhler: 1937 statt 1957.

Aus der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin-Dahlem  
Fachgruppe  
„Biologische Materialprüfung, Holzschutz und Holztechnologie“\*)

## Untersuchungen über sieben zur Prüfung der Schimmelwiderstandsfähigkeit von Werkstoffen benutzte Pilze

Von

Gerda Theden und Marleen Schultze-Motel

### 0. Aufgabe der Untersuchung

Unter den Verfahren, die zur Prüfung der Schimmelwiderstandsfähigkeit von Werkstoffen, Bauelementen und Geräten — in mehr oder weniger weitgehender Anpassung an deren Eigenart und Benutzungsverhältnisse — ausgearbeitet worden sind, zeichnet sich eines, im folgenden abgekürzt „IEC“\*\*) genannt, durch allgemeine Verwendbarkeit aus. Dieses Nicht-Beschränkt-Sein auf eine besondere Fragestellung bringt es selbstverständlich mit sich, daß für Prüfungsaufgaben spezieller Art meist die eigens auf diese abgestellten Verfahren den Vorzug verdienen. Trotzdem bleibt für „IEC“ ein breites Anwendungsfeld offen. Insbesondere gilt das, wenn dieses — oft schwer deutbare Ergebnisse erbringende — Verfahren durch eine geringe Abwandlung verbessert wird.

Das Prüfverfahren besteht im wesentlichen darin, daß eine Aufschwemmung von lebensfähigen Sporen mehrerer festgelegter Schimmelpilzarten auf die zu prüfenden Gegenstände aufgesprüht wird und diese dann für längere Zeit, meist 4 Wochen, in einer Umgebung aufbewahrt werden, die der Entwicklung von Schimmelpilzen günstig ist; das heißt: bei gesättigter oder fast gesättigter Luftfeuchtigkeit und bei etwa 30° C. Der Mißstand, daß bei Abwesenheit von Stoffen, die eine leicht aufschließbare Nahrungsquelle darstellen, schwerer zugängliche, aber eben schließlich doch angreifbare Proben möglicherweise unangetastet bleiben, andererseits durch Spuren von Fremdstoffen eine Anfälligkeit vorge-täuscht werden kann, die dem Werkstoff gar nicht eigentümlich ist, hat zu Abänderungsvorschlägen geführt. Diese laufen darauf hinaus, der Pilzen wenigstens für ihre Anfangsentwicklung auch ernährungsmäßig eine günstige Ausgangsstellung zu verschaffen. Besprühen mit Nähr-

\*) Die Durchführung der vorliegenden Untersuchungen wurde durch die Firma „STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG Stuttgart, Lorenz Werk Berlin“ gefördert; hierfür und für die Anregungen, die Herr Oberingenieur H. Burchard gegeben hat, sei auch an dieser Stelle gedankt.

\*\*) Zunächst wurde das Verfahren in England während des Krieges im Rahmen von Prüfungen von Werkstoffen, Bauelementen und Geräten auf Widerstandsfähigkeit gegenüber tropischen Klimaeinwirkungen angewendet (14). Dann nahm es 1951 ein Normvorschlag des Südafrikanischen Bureau of Standards als eine der Prüfungen auf Tropentauglichkeit auf (20). Drei Jahre später erschien es in zwei Normen, einer englischen (6) und einer Norm der International Electrotechnical Commission (IEC), die der International Organization for Standardization (ISO) angeschlossen ist (11); beide Male im Rahmen der Klimabeständigkeitsprüfung von Geräteteilen elektronischer Apparate. Es wurde 1956 als eine der deutschen VDE-Vorschriften für Kondensatoren (23) übernommen.



lösung (8) oder — besser noch — nur örtlich begrenzte Berührung mit einem Nährboden in Form herumgebundenen Malz-getränkten Phriphan-Bandes („Phriphan“ ist Weichmacher-haltige Cellulosehydrat-Folie) (22) sind Möglichkeiten zur Verwirklichung dieser Absicht.

Zur besseren Beurteilung des Prüfverfahrens und des Geltungsbezugs der mit ihm gewonnenen Prüfergebnisse bedarf es selbstverständlich einer möglichst eingehenden Kenntnis der hierbei benutzten Prüfpilze. Aus der Aufgabe, hier bestehende Wissenslücken wenigstens teilweise schließen zu helfen, ist die vorliegende Arbeit entstanden. Hierbei ist sowohl an die Pilze als Einzelorganismen gedacht, als auch an ihr Zusammenwirken.

Mit dem gemeinsamen Aufbringen mehrerer verschiedener Pilzarten bei dem Verfahren „IEC“ sollte offensichtlich erreicht werden, daß in einem einzigen Arbeitsgang eine möglichst umfassende Feststellung über die Widerstandsfähigkeit nicht nur gegenüber diesem oder jenem Pilz, sondern gegen Schimmelpilze im allgemeinen gewonnen wird. Da es praktisch meistens gleichgültig ist, zu wissen, ob an einem Werkstoff bestimmte Arten gedeihen, es vielmehr nur darauf ankommt, zu erfahren, ob überhaupt irgendwelche Pilze aufkommen können, erschien es nicht notwendig, mit jedem Prüfpilz einzeln den Versuch durchzuführen und außerdem zwecks Ausschlusses sonstiger Arten steril zu arbeiten. Diese Hypothese, auf der die im Vergleich zur Einzelbenutzung der Pilze aufwandsparende Verwendung des Pilzgemisches beruht, bedarf einer kritischen Überprüfung.

Die Prüfvorschrift „IEC“ (einschließlich ihrer Vorläufer und Nachfolger) macht keine Angaben über bestimmte zu verwendende Pilzstämme, läßt hierin also dem Benutzer völlige Freiheit — im Gegensatz zu anderen Prüfverfahren mit ähnlicher Aufgabenstellung (zum Beispiel 2 und 3). Die Untersuchung wurde zum größten Teil mit den folgenden, auch zu laufenden Prüfungen benutzen, aus dem Centraalbureau voor Schimmelcultures in Baarn/Holland bezogenen Stämmen durchgeführt:

Art	Stamm
<i>Aspergillus amstelodami</i> (Mang.) Thom et Church	C. B. S. 52
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem	A. T. C. C. 6275
<i>Penicillium brevi-compactum</i> Dierckx	Zaleski
<i>Penicillium cyclopium</i> Westling	L. S. H. 214
<i>Paecilomyces varioti</i> Bainier	R. 1115
<i>Stachybotrys atra</i> Corda	C. M. I.
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	A. T. C. C. 6205

Als es wegen der notwendigerweise schwerwiegenden Schlußfolgerungen aus den Temperaturabhängigkeitsversuchen geboten schien, noch weitere Stämme der wärmeempfindlichen Arten zu untersuchen, ehe eine Verallgemeinerung ausgesprochen wurde, kamen noch die ebenfalls aus Baarn erhaltenen Stämme von *Penicillium brevi-compactum* Dierckx „C. B. S.“ und „Biourge“ zur Untersuchung.

Weiterhin wurde bei einigen Versuchen, bei deren Durchführung keine Verzögerung eintreten sollte, *Paecilomyces varioti* Stamm „EMPA 55“

eingesetzt, als der Stamm „R 1115“, der ohnehin nicht zu reichlicher Sporenbildung neigt, hierin vorübergehend versagte.

#### 1. Aus dem Schrifttum Bekanntes über die Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit der sieben Schimmelpilze

Zunächst erscheint es wissenswert, zu erfahren, welche Gesichtspunkte bei der Wahl gerade dieser sieben Schimmelpilze nachweislich oder vermutlich ausschlaggebend waren.

Auf jeden Fall sollte es sich um weltweit verbreitete, auch in den Tropen häufige Arten handeln. Die Wahl je zweier Arten der sehr großen und verbreiteten Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* ist wohl unter diesem Gesichtspunkt des häufigen Vorkommens zu verstehen.

Einfache und sichere Voraussetzungen für die Zucht waren weiterhin wichtig. Daß bei der Wahl *Aspergillus niger* van Tieghem keinesfalls ausgelassen werden durfte, der bereits von zahlreichen physiologischen Untersuchungen her ein wohlvertrauter Versuchspilz war, ist einleuchtend. In zeitlich gleichlaufend oder zuvor entwickelten Prüfverfahren ist dieser Pilz ebenfalls herangezogen worden (21; 1).

Die englische Veröffentlichung (14) gibt für die Wahl jedes einzelnen der von ihr vorgeschriebenen sechs Pilze eine Begründung:

Die Auswahl der Pilzarten wurde auf Grund der großen Häufigkeit getroffen, mit der sie auf Ausrüstungsgegenständen, die in verschimmeltem Zustande aus den Tropen zurückkamen, gefunden wurden. Es handelt sich um häufige und in der ganzen Welt verbreitete Arten, die auf mannigfaltigen Substanzen gut gedeihen.

Beim Wachstum von *Aspergillus niger* ist die Geschwindigkeit, der weite Temperaturbereich und das Vorkommen auf Geweben, Isolierdrähten, Leder und vielen anderen Werkstoffen hervorzuheben.

*Aspergillus amstelodami* wird als häufigste Art der üblicherweise als *Aspergillus glaucus* zusammengefaßten Gruppe bezeichnet. Die Art vermag bei einer geringeren relativen Luftfeuchtigkeit zu gedeihen als die meisten anderen Schimmelpilze und recht verschiedenartige Werkstoffe anzugreifen.

*Penicillium brevi-compactum* ist oft auf verschimmelten Gegenständen aus den Tropen gefunden worden und befällt die verschiedenartigsten Ausrüstungsgegenstände.

*Paecilomyces varioti* wird als einzige bislang auf Kunststoffen gefundene Art bezeichnet. Sie gedeiht aber auch auf vielen anderen Stoffen gut.

*Stachybotrys atra* und *Chaetomium globosum* benötigen für ihr Wachstum hohe relative Luftfeuchtigkeit; sie haben, was für die Mehrzahl der Schimmelpilze nicht zutrifft, die Fähigkeit, Cellulose anzugreifen und zu zersetzen.

Zwischen dieser englischen und einer australischen Arbeitsanweisung aus dem Jahre 1944 (21) besteht eine Reihe von Ähnlichkeiten. Als Organismen sind dort vorgeschrieben: 3 *Aspergillus*-Arten: *A. niger*, *A. glaucus*, *A. flavus*; 2 *Penicillium*-Arten: *P. luteum* und eine nicht bestimmte Art; *P. luteum* ist dabei cellulosezersetzend. Als zweiter cellulosezersetzender Pilz ist die anscheinend nur im südwestpazifischen Raum als Schädling an Zelten vorherrschende *Memnoniella echinata* aufgeführt. Die Zahl von 7 Pilzen wird schließlich durch das Hereinnehmen von *Rhizopus nigricans*, eines im System von den übrigen weit entfernt stehenden Schimmelpilzes, erreicht.

Über die im Zusammenhang mit dem Prüfverfahren „IEC“ bemerkenswerten Eigenschaften der sieben hierfür verwendeten Schimmelpilzarten, insbesondere ihre Temperatur- und Feuchtigkeitsansprüche, sind im Schrifttum einige Angaben zu finden.

Um die Bestimmung des Temperaturoptimums von *A. niger* haben sich mehrere Forscher bemüht. E. Janisch (12) führt in einer Übersicht darüber als ersten Rautlin auf der im Jahre 1869 die Zahlen 34–35° C mitteilte. Die sonstigen Werte liegen im Spielraum zwischen 30° C und 40° C mit dem Schwerpunkt bei etwa 37° C. — E. Janisch selbst ermittelte 35,6° C als die Temperatur, bei der unter seinen Versuchsbedingungen die Entwicklung am schnellsten vor sich ging zeigte aber, daß dies nicht das wirkliche Optimum sein kann, da hier bei länger wahrender Kultur oder bei Anwesenheit von Giften wie Phenol oder Quecksilberchlorid, durch supraoptimale Wärme hervorgerufene Leistungsminderungen erkennbar werden. Als wirkliches Optimum fand er 31° C. — P. Groom und T. Parnisset (8) stellten fest, daß die für die Sporenkeimung erforderliche Zeitdauer im Temperaturbereich zwischen 25 und 35° C — bei Temperaturstufen von 5° C — am kleinsten ist; die genaue Lage des Optimums scheint dabei davon abzuhängen, ob die Keimung in dampfgesättigter Luft, in Wasser oder auf Malz-Agar vor sich geht. — Für die Erklärung der mangelnden Übereinstimmung bei den Angaben dürften sowohl unterschiedliche Versuchsanordnungen als auch Verschiedenheiten der benutzten Pilzstämme von Bedeutung sein.

Als untere Grenze der Feuchtigkeit für die Sporenkeimung von *A. niger* liegen folgende Angaben vor: I. Heintzeler (10): bei 20° C 79% relative Luftfeuchtigkeit; D. Snow (19): bei 25° C 84% relative Luftfeuchtigkeit.

Als optimale Keimungsbedingungen fand J. T. Bonner (5): bei 30° C 100% relative Luftfeuchtigkeit; bei 40° C etwas weniger als 100% relative Luftfeuchtigkeit. I. Heintzeler (10) gibt als Optimum für das Mycelwachstum 98% relative Luftfeuchtigkeit an.

Für die Sporenkeimung von *A. amstelodami* fand D. Snow (19) das Feuchtigkeitsminimum bei 75% relativer Luftfeuchtigkeit; es liegt also erheblich tiefer als das von *Aspergillus niger*.

Die geringste relative Luftfeuchtigkeit bei der *Penicillium cyclopium*-Sporen in D. Snows Versuchen (19) keimten, betrug 84%.

Für *Stachyotrys atra* ermittelte S. N. Basu (4) 25° C als optimale Temperatur. L. D. Gallaway (7) 96% relative Luftfeuchtigkeit als niedrigsten Wert für die Sporenkeimung.

Die Gattung *Aspergillus* ist thermophiler als die Gattung *Penicillium* (17); bestimmte Angehörige der Gattung *Aspergillus* zeichnen sich durch Xerophilie aus (7; 15; 19).

## 2. Versuche zu den Temperatur- und Feuchtigkeitsansprüchen der sieben Schimmelpilze

### 2.1 Pilzwachstum in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit

Will man einen tierischen oder pflanzlichen Materialschädling genau kennenlernen, um ihm wirksam entgegenwirken zu können, oder ihn als Prokaryontismus zur Ermittlung der natürlichen Widerstandsfähigkeit und zur Beurteilung von Schutzmaßnahmen benutzen, so bedarf es zu-

nächst der Kenntnis seiner Umweltbedingtheit, in erster Linie seiner Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit. Wenn durch Laboratoriumsversuche die natürliche oder durch eine Schutzbehandlung herbeigeführte Widerstandsfähigkeit von Werkstoffen oder Geräten gegenüber Organismen geprüft werden soll, so gilt im allgemeinen der Grundsatz, daß die Voraussetzungen für den Angriff der Organismen so günstig wie irgend möglich sein sollen — mit Ausnahme derjenigen, die durch die zu untersuchende Probe in das System hineingebracht werden. Man möchte ja wissen, ob dem Werkstoff oder Gerät unter den schärfsten Beanspruchungen, die zwar nicht immer eintreten, mit deren Vorkommen jedoch zu rechnen ist, ein Schaden geschehen wird. Darum ist es unerläßlich, für die Organismen, mit denen man derartige Prüfungen vornehmen will, die Umweltabhängigkeit in großen Zügen und vor allem die Lage der Optima zu kennen und dann Prüforganismen und Prüfbedingungen in zueinander passender Weise zu wählen. Im Bereich des Optimums hinsichtlich eines bestimmten Umwelteinflusses, beispielsweise der Temperatur, vermag ein Organismus Behinderungen durch andere Umwelteinflüsse, zum Beispiel Feuchtigkeitsmangel oder Gifte in bestimmter Konzentration, zu überwinden, obwohl ihm das bei unter- oder überoptimaler Einstellung des erstgenannten Faktors nicht gelingt. Mehrere Beispiele für diese Zusammenhänge finden sich bei den Ergebnissen dieser Untersuchung. Falls man etwa eine Schutzausrüstung bei nicht optimaler Temperatur prüft, kann es geschehen, daß die Prüfung ausreichende Schutzwirkung ergibt, in der Praxis bei optimaler Temperatur aber der gleiche Schutz gegen denselben Organismus unter sonst gleichen Voraussetzungen versagt.

So erschien es vordringlich, die Temperatur- und Feuchtigkeitsabhängigkeit der sieben Schimmelpilze zu untersuchen. Hierbei kam es nicht so sehr auf eine besonders genaue Bestimmung an; es durften also verhältnismäßig weite Stufen, bei der Temperatur solche von  $4^{\circ}\text{C}$ , bei der Feuchtigkeit solche von durchschnittlich 4 %, benutzt werden. Auch schien es zulässig, hierbei die Ausbreitung des Pilzmycels zu messen, obwohl das tatsächliche Optimum nicht mit den Bedingungen der größten Wachstumsgeschwindigkeit zusammenzufallen braucht (12).

Weiterhin ist zu bedenken, daß die Wachstumsgeschwindigkeit auch von der Art des Nährbodens abhängt; auch ein im allgemeinen für Schimmelpilze günstiger Nährboden, wie er für die Versuche gewählt werden muß, braucht noch nicht für alle Arten in gleichem Ausmaß förderlich zu sein. Daher dürfen vergleichende Schlußfolgerungen über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der verschiedenen Pilze sowie ihre sonstigen Lebenserscheinungen aus den Versuchen nur mit Vorbehalt gezogen werden.

Im Zusammenhang mit dem Prüfverfahren ist die Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der sieben Pilze nicht für alle Temperaturbereiche in gleichem Maße dringlich; zum Beispiel erscheint hierfür die Lage des Wachstumsminimums ohne Belang. Dagegen ist es für die richtige Gestaltung des Prüfverfahrens und die Auswertung der damit gewonnenen



Ergebnisse wichtig, die Bedeutung der vorgeschriebenen Prüftemperatur von 30° C und daneben auch der als ausgeprägt schimmelgefährlich anzusehenden Temperaturen zwischen 18 und 38° C für das Leben dieser Pilze zu ermitteln.

Teils schreiben die Anweisungen 30° C (14), teils  $30 \pm 1^\circ$  (20), teils 28 bis 30° (6; 11; 23) als Prüftemperatur vor. Hinsichtlich der relativen Luftfeuchtigkeit fordern die Vorschriften teils 100 % (14), teils 98...100 % (20), teils 95...100 % (6; 11; 23).

### 2.1.1 Versuchsanordnung

Als Versuchsgefäße dienten Petri-Schalen von 9 und 10 cm Durchmesser und 2 cm Höhe. In die untere Schale wurden 25 ml Kochsalzlösung bestimmter Konzentration zur Einstellung der relativen Luftfeuchtigkeit gefüllt (24). Benutzt wurden folgenden Stufen: 100; 97,4; 95,4; 91,5; 86,8 und — im Falle der Trockenheit ertragenden Art *A. amstelodami* — auch 81,5 und 75,8 %. Die Oberschale wurde innen mit sterilem Malzextrakt(2 %)-Gelatine(25 %)-Nährboden sehr dünn bestrichen. Die Pilze aus etwa 10 Tage alten Kulturen wurden punktförmig in die Mitte des Nährbodens geimpft. Von *A. niger*, den beiden *Penicillium*-Arten und *Paecilomyces varioti* wurden Konidiosporen, von *A. amstelodami* Konidiosporen und Ascosporen, von *Ch. globosum* je ein einzelnes Perithecium, von *St. atra* je eine Mycelflocke übertragen. Das Bestreichen des Schalenrandes mit Paraffin bewirkte einen verdampfungsichten Abschluß. Die Petri-Schalen wurden in Thermostaten mit 18, 22, 26, 30 und 34° C aufgestellt; die letztgenannte Stufe wurde nur bei einigen Arten benutzt, für die sich unter den zuvor genannten Stufen 30° C als besonders förderlich erwiesen hatten.

Die Meßwerte für die Mycelausbreitung wurden gewonnen, indem für jede Messung ein Cellophanstreifen außen auf den Schalendeckel über die Mitte der Kolonie gelegt und an den beiden Grenzen des Bewuchses eingeritzt wurde. Die Entfernung der beiden Ritzstellen wurde mit einem Okularmikrometer gemessen. In den Schaubildern sind die Werte in mm wiedergegeben. — Die Koloniedurchmesser wurden erstmalig nach 40 Stunden, dann täglich um die gleiche Zeit, und zwar bis zu einer Dauer von 14 Tagen, bestimmt. Die Meßergebnisse von je 3 Parallelversuchen in zwei zueinander senkrechten Richtungen wurden zu Mittelwerten zusammengefaßt. Der mittlere Fehler der Mittelwerte betrug bei den nicht extremen Bedingungen, 18...30° C und 95,4...86,8 % relative Luftfeuchtigkeit, 0,5 bis 5,8 %. In Vorversuchen war festgestellt worden, daß bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95,4 % oder geringer der Ausgleich der relativen Luftfeuchtigkeit mit dem Gelatine-Nährboden nicht länger als 24 Stunden dauerte, bei 100 % dagegen die Gelatine Wasser aufnahm, ohne einen Gleichgewichtszustand zu erreichen. Für die mittleren Feuchtigkeitswerte wurde nachgewiesen, daß die Änderungen der Konzentration der Feuchtigkeitseinstellenden Salzlösung durch die Vorgänge während des Versuches nur 0,1 % betrug, so daß sich eine Korrektur an den Zahlen für die Luftfeuchtigkeit erübrigte. — Die Messungen wurden in Räumen vorgenommen, die die gleiche oder ähnliche Temperatur wie die Thermostaten hatten, jedoch waren Abweichungen bis 2° C nicht zu vermeiden. Bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit traten störende Kondensationserscheinungen auf.

### 2.1.2 Versuchsergebnisse

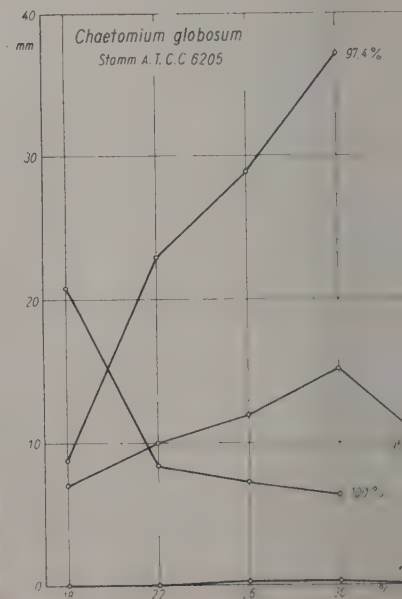
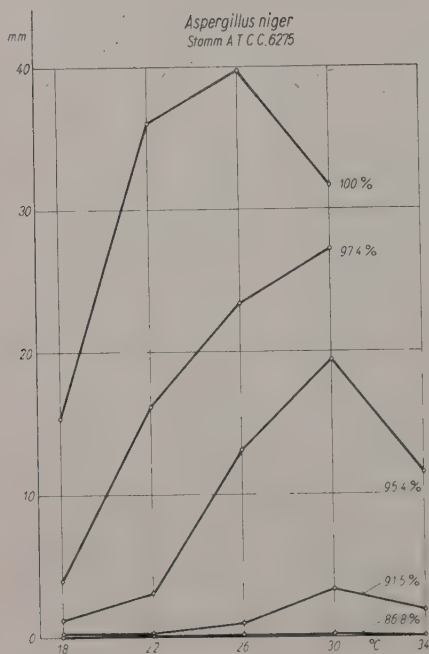
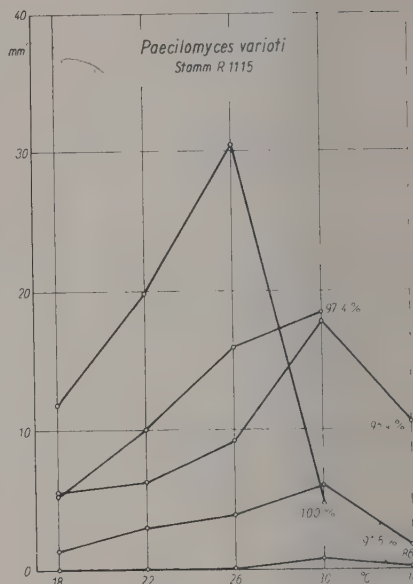
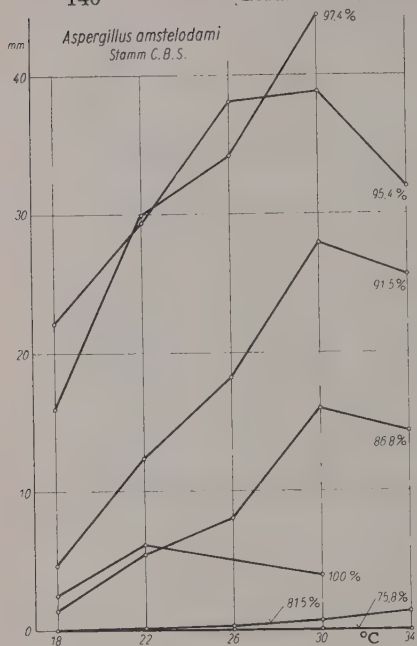
Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich in Form von Schaulinien zusammenfassen, wie sie im Bild 1 gezeigt werden.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Pilzmycels auf der Nährbodenoberfläche ist erwartungsgemäß sowohl von der Temperatur als auch von der Luftfeuchtigkeit abhängig.

Nach ihrer Temperaturabhängigkeit lassen sich die sieben Pilze in 2 Gruppen teilen: Für die beiden *Penicillium*-Arten und *St. atra* ist die Temperaturstufe von 22° C diejenige, bei der die schnellste Ausbreitung stattfindet; die übrigen Pilze haben ihr Optimum für die Wachstumsgeschwindigkeit im Bereich von 30° C. Diese Aussage trifft allerdings nicht für die Kurven bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit zu. — Die niedrigste in die Untersuchung einbezogene Temperaturstufe von 18° C erlaubte noch sämtlichen Arten nennenswertes Wachstum. Die Lage des Minimums wurde nicht untersucht, weil sie für die Verwendung der Pilze als Prüforganismen keine Bedeutung hat. Die höchste benutzte Temperaturstufe von 34° C erwies sich als über dem Optimum sämtlicher Pilzarten liegend. Von besonderem Interesse ist das Verhalten der Pilze bei 30° C, weil dies die in den Vorschriften geforderte Prüftemperatur ist.

Man muß auf Grund der Versuchsergebnisse feststellen, daß zwei der gemäß der gegebenen Vorschrift ausgesuchten sieben Pilze, nämlich *Penicillium brevi-compactum* und *St. atra*, bei der vorschriftsgemäßen Temperatur keine oder nur äußerst geringe Wachstumsmöglichkeit haben und ein dritter, nämlich *Penicillium cyclopium*, bei weitem nicht die in ihm liegenden Fähigkeiten zum Befallen und Angreifen entfalten kann. Für diese drei Pilze ist die vorgeschriebene Temperatur zu hoch.

Angesichts dieser für die Gestaltung der Prüfung einschneidenden Feststellung lag es nahe, wenigstens stichprobenweise zu überprüfen, ob es sich hierbei um zufällige Eigentümlichkeiten des gerade benutzten Stammes oder um kennzeichnende Merkmale der betreffenden Art handelt. Wie aus vergleichenden Versuchen mit anderen Stämmen von *Penicillium brevi-compactum* hervorgeht, deren Ergebnisse im Bild 2 dargestellt sind, zeigen die Temperaturkurven für die drei Stämme einen ähnlichen Verlauf. Insbesondere verträgt der Stamm „C. B. S.“ 30° C fast ebenso schlecht wie der Stamm „Zaleski“. Die für Stamm „Biourge“ erhaltene Kurve ist allerdings im ganzen deutlich zu höheren Werten hin verschoben; das Optimum liegt zwischen 22 und 26° C, und bei 30° C sind die Schädigungen noch nicht so stark, daß bereits das Wachstum völlig unterdrückt würde, es ist vielmehr noch eine nennenswerte Mycelausbreitung festzustellen. In Vorversuchen, bei denen die drei Pilzstämme auf zuckerhaltigem Agar in Röhrchen (ähnlich wie bei der Heranzucht und Weiterzucht der Pilze) gehalten wurden, bestätigten sich diese Beobachtungen; bei 30° C breitete sich Stamm „Biourge“ aus, was die beiden anderen Stämme nicht vermochten, zeigte aber im Vergleich zu der bei 22° C gewachsenen Kultur ein zurückgebliebenes Aussehen. Es ist übrigens bemerkenswert, daß bei dieser Pilzart durch 30° C die Sporenbildung nicht unterdrückt wurde. Dies trifft auch für den Stamm



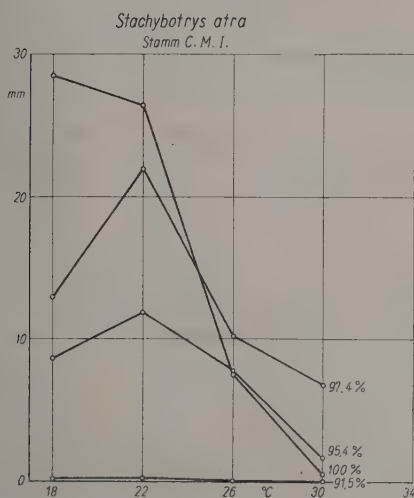
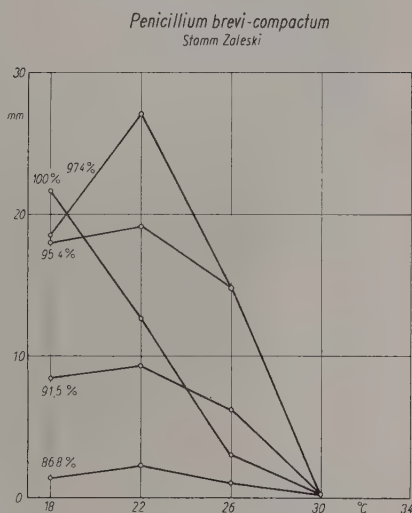
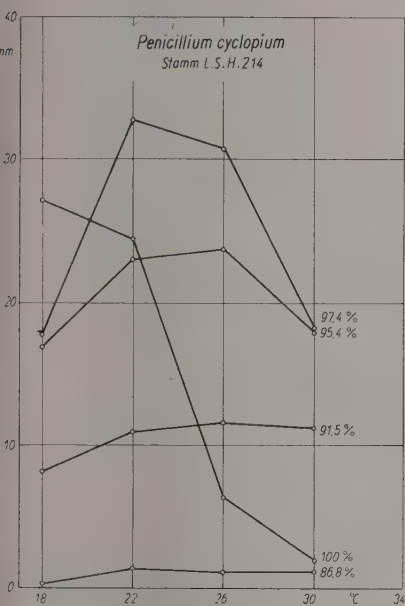


Bild 1. Von den sieben Schimmelpilzen nach 5 Tagen erreichte Mycelausbreitung in Abhängigkeit von Temperatur (18; 22; 26; 30; 34° C) und Feuchtigkeit (100; 97,4; 95,4; 91,5; 86,8; 81,5; 75,8 % rel. Luftfeuchtigkeit)



Zaleski zu, bei dem bei 30° C keine meßbare Ausbreitung über die Nährbodenoberfläche zustande kam, wohl aber Sporenkeimung und Weiterentwicklung bis zur Bildung neuer Sporen. In diesem Falle hat ein Pilz also unter ungünstigen Lebensbedingungen eher die Fähigkeit zur Mycelausbreitung als zur Sporenbildung verloren, was keine durchgehende Regel ist. — Von der Art *St. atra* stand nur ein weiterer Stamm zur Verfügung. Da dieser einen geschädigten Eindruck machte, wurden mit ihm keine ausführlichen Versuche, sondern nur der soeben geschilderte Vorversuch gemacht. Dabei ergab sich, daß dieser Stamm bei 30° C nicht nur ungefähr doppelt so schnell, sondern auch dichter wuchs als bei 22° C. —

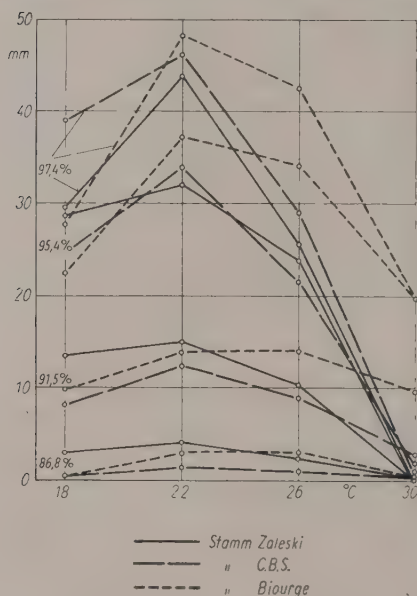


Bild 2.

Von drei Stämmen der Art *Penicillium brevi-compactum* nach 8 Tagen erreichte Mycelausbreitung in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit

Während demnach für die beiden *Penicillium*-Arten mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu sagen ist, daß es unzweckmäßig war, für ein Prüfverfahren, bei dem mit einer Prüftemperatur von 30° C gearbeitet wird, diese gegen Wärme empfindlichen Arten zu wählen, läßt sich für *St. atra* bis zur Gewinnung weiterer Versuchsergebnisse nur darauf hinweisen, daß es innerhalb dieser Art Stämme gibt, die aus den gleichen Gründen als Prüforganismen ungeeignet sind. Es wäre wünschenswert, daß weitere *St. atra*-Stämme auf ihre Temperatur-Abhängigkeit untersucht würden.

Über die Abhängigkeit der sieben Schimmelpilze von der Feuchtigkeit läßt sich aus Bild 1 ablesen, daß die Steigerung der relativen Luftfeuchtigkeit im allgemeinen eine Förderung des Wachstums bewirkt. Ausnahmen hiervon sind allerdings häufig bei der durch salzfreies Wasser hergestellten Stufe von 100 % relativer Luftfeuchtigkeit festzustel-

len, die bereits im Zusammenhang mit der Temperaturabhängigkeit erwähnt werden mußte. Außerdem stellt die nächstniedrigere Stufe, 97,4 %, bei *A. amstelodami*, dem — nach den Versuchsergebnissen — am meisten zur Xerophilie neigenden der sieben Pilze, keine eindeutig günstigere Wachstumsvoraussetzung als 95,4 % dar.

Fragt man nach der Ursache der zum Teil starken Behinderung des Wachstums durch sehr hohe Feuchtigkeit, so muß zweierlei berücksichtigt werden. Einerseits wurde hierbei, insbesondere bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit Temperaturen von 26 und 30° C, starke Tauwasserbildung beobachtet. Diese behinderte offensichtlich das Pilzmycel mechanisch am Weiterwachsen oder schwemmte es sogar vom Nährboden fort. Zum anderen ist aus theoretischen Erwägungen heraus (10; vgl. auch 13) genau 100 % als Feuchtigkeitsoptimum nicht annehmbar, weil hierbei die Nährstoffe in unendlicher Verdünnung vorlägen. Die Feststellung, daß es Pilze gibt, die eines nicht unerheblichen Ausmaßes physiologischer Trockenheit unbedingt bedürfen (15), bestärkt die Auffassung, daß noch weitere Faktoren im Lebensgefüge der Pilze eine ganz bestimmte Lage des Feuchtigkeitsoptimums unterhalb von 100 % relativer Luftfeuchtigkeit bewirken. Dabei ist, wie aus Schriftumsangaben (5; 18) gefolgert werden kann, das Feuchtigkeitsoptimum nicht unabhängig von der Temperatur; vielmehr neigt es zur Verschiebung nach unten, wenn die Temperatur in die Nähe ihres Optimums und darüber steigt. Ein Beispiel hierfür sind übrigens auch die auf Bild 2 wiedergegebenen an *P. brevi-compactum* Stamm C. B. S. ermittelten Werte, die bei 30° C — statt einer Zunahme der Mycelausbreitung mit steigender Feuchtigkeit wie bei allen niedrigeren Temperaturen — weiteste Ausbreitung bei 91,5 % in Umkehrung der Reihenfolge zeigen. Immerhin kann auf Grund der in Bild 1 wiedergegebenen Versuchsergebnisse gesagt werden, daß für alle sieben Prüfpilze eine Feuchtigkeit, die etwas unter 100 % liegt, etwa bei 97–98 %, günstig ist.

Im einzelnen zeichnete sich *A. amstelodami* dadurch aus, daß er nicht nur am empfindlichsten gegen zu hohe Feuchtigkeit war, sondern auch geringe am besten vertrug und als einziger der sieben Pilze noch bei 81,5 % wachsen konnte. In der Reihenfolge steigender Empfindlichkeit gegen Trockenheit schließen sich die beiden *Penicillien* an, die bei 86,8 % noch nennenswert wuchsen. *Paecilomyces* brachte bei 86,8 % Wachstum nur zustande, falls zugleich optimale Temperatur geboten wurde. Bei *A. niger* war die unter den gleichen Voraussetzungen erfolgte Ausbreitung zwar deutlich nachweisbar, aber doch gering. Andererseits zeichnete sich *A. niger* vor allen anderen Pilzen dadurch aus, daß eine Luftfeuchtigkeit von 100 % ihn zu besonders schnellem Wachstum anregte und gegebenenfalls damit verbundene Schädigungen erst verhältnismäßig spät eintraten. Die beiden Cellulose-zersetzenden Pilze *St. atra* und *Ch. globosum* vertrugen am schlechtesten Feuchtigkeitsmangel, bei 91,5 % wurde nur bei gleichzeitig gebotener günstiger Temperatur geringes Wachstum beobachtet. Für *Ch. globosum* fällt die starke Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit bei Erhöhung der Luftfeuchtigkeit von 95,4 auf 97,4 % auf.

Vergleicht man nun die in der Prüfvorschrift festgelegten Feuchtigkeitsangaben, die in den neueren Fassungen einen Spielraum von 95 ... 100 % geben, mit den Ansprüchen der sieben Pilze, so kann man — im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Temperatur — eine einigermaßen befriedigende Übereinstimmung feststellen. In diesem vorgeschriebenen Bereich haben tatsächlich alle Pilze gute Entwicklungsmöglichkeit. Freilich würde für *A. amstelodami* der untere Teil des Bereichs, für die Cellulosezer-setzer der obere günstiger sein. Im Gegensatz zu den hier durchgeführten Versuchen muß bei Werkstoff- und Geräteprüfungen berücksichtigt werden, daß die Proben in vielen Fällen hygroskopisch sind und zumindest im Anfang des Versuches, solange sich das hygroskopische Gleichgewicht noch nicht eingestellt hat, von sich aus die Feuchtigkeitsverhältnisse im Prüfgefäß beeinflussen. In solchen Fällen wird es auch bei Anwendung von Wasser als Feuchtigkeits-einstellender Flüssigkeit an der Probe selbst zu Feuchtigkeiten kommen, die die dicht unterhalb der Sättigung liegenden, erwünschten Werte haben. Die Schädigung der Pilze durch Tauwasser bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit dürfte außerdem in den beschriebenen Versuchen stärker sein als bei der normalen Prüfung, weil bei den Versuchen der Nährboden im Deckel der Petri-Schale den Temperaturschwankungen der Außenwelt am stärksten ausgesetzt war, während bei der Prüfung die zu bewachsende Probe frei hängend im Innern des Versuchsgefäßes, also bestmöglich diesen Schwankungen entzogen, untergebracht wird. Nach bisherigen Beobachtungen in dieser Richtung scheinen die durch die hygroskopischen Eigenschaften der Proben selbst bedingten Abwandlungen der Feuchtigkeit so stark zu sein, daß der Unterschied zwischen 100 % und 97–98 % — diese letztgenannte Feuchtigkeit müßte wohl auf Grund der hier mitgeteilten Ergebnisse als durchschnittlicher Optimal-Wert gewählt werden — kleiner ist, als daß er praktisch eine Rolle spielte. — Durch zusätzliche Versuche soll hierüber noch Klarheit geschaffen werden.

## 2.2 Sporenkeimung in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit

Es sollte auch die Sporenkeimung in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit untersucht werden. Diese Versuche waren in Abwesenheit von Nahrungsstoffen durchzuführen, damit zwischen Keimung und anschließendem Wachstum unterschieden werden konnte. Als Temperaturstufen wurden 22 und 30° C gewählt; die Feuchtigkeitsstufen wurden durch Kochsalz-lösungen bestimmter Konzentration hergestellt (24); Stufen von 88,0; 90,4; 94,5; 96,5; 98,2 und 100 % rel. Luftfeuchtigkeit wurden benutzt.

Die mit einer trockenen Öse aus den Kulturen entnommenen Sporen wurden auf die Mitte sorgfältig gereinigter und abgeflammter Deckgläschen (18 mm × 18 mm) übertragen. Diese wurden mit den Sporen nach unten auf Glasröhrchen von 1,5 cm Durchmesser und 0,5 cm Höhe, die zuvor mit Paraffin auf Objektträger aufgeklebt und mit Kochsalz-Lösung bis etwas unterhalb des oberen Randes gefüllt worden waren, so aufgelegt, daß mittels Paraffin ein luftdichter Verschuß zustande kam. Die Versuchsgefäße wurden innerhalb je einer Petri-Schale von 9 und 10 cm Durchmesser in Thermostaten gestellt. Die Beobachtung geschah nach 1, 2, 3, 5,

8 und 30 Tagen. Als Kennzeichen einer erfolgten Keimung galt die Ausbildung eines Keimschlauches.

Es ergab sich, daß die Pilze *A. amstelodami*, *A. niger*, *Penicillium cyclopium* und *Ch. globosum* unter den geschilderten Versuchsbedingungen überhaupt nicht keimten. *Paecilomyces varioti* wies bei 100 % relativer Luftfeuchtigkeit und 22 sowie 30° C Keimungen in geringer Zahl auf. Sporen von *Penicillium brevi-compactum* kamen bei 22° C und Feuchtigkeitsstufen von 90,4 bis 100 % zur Keimung, wobei 94,5 % die förderlichste Stufe war. Bei den niedrigeren Stufen war die Keimung langsamer, bei den höheren kamen nur wenige Keimungen zustande, bei 100 % wiesen die Keimschläuche außerdem blasige Auftreibungen, also Anzeichen von Schädigungen, auf.

Die Versuche zeigten, daß bei Abwesenheit keimungsanregender Substanzen (vgl. 25) die Sporenkeimung in der Mehrzahl der Fälle unterbleibt, was für die Prüfung mit diesen Organismen wissenswert ist.

### 3. Versuche zur Frage des Zusammen-Daseins der sieben Schimmelpilze

Daß verschiedene Pilze, die auf demselben Nährboden zusammentreffen, sich gegenseitig beeinflussen, indem sie zuweilen einander fördern, in anderen Fällen der eine Organismus den anderen unterdrückt, wobei „antibiotische Stoffe“ eine wichtige Rolle spielen, ist eine bekannte Erscheinung. Wenn zu Prüfzwecken sieben verschiedene Arten in räumlich dichter Verteilung nebeneinander auf eine Probe gebracht werden, so kann man der Frage nach der gegenseitigen Beeinflussung dieser Arten nicht ausweichen. Es wäre ja denkbar, daß einige der sieben Pilze den übrigen „biologisch überlegen“ sind, das heißt: ihnen von vornherein die Lebensmöglichkeit abschneiden. Dann wäre deren Anwesenheit im Gemisch zumindest überflüssig. Beobachtungen von Prüfungen in dieser Richtung machen es durchaus wahrscheinlich, daß bei dem Prüfverfahren mit den sieben Schimmelpilzen etwas Derartiges vorliegt.

Da anzunehmen war, daß die Umweltbedingungen, insbesondere auch die Beschaffenheit der Wachstumsgrundlage, die gegenseitigen Einwirkungen der Pilze beeinflussen können, wurden für die Versuche verschiedene als Pilznahrung in Betracht kommende Stoffe herangezogen. Außerdem wurden die Temperaturen von 22 und 30° C angewendet, die für je einen Teil der sieben Pilze annähernd optimal sind. Bei der Auswahl der Nahrungsstoffe schien es — im Gegensatz zu ernährungsphysiologischen Untersuchungen — hier nicht notwendig, auf eine genaue chemische Festlegung zu achten. Die Stoffe sollten nur eine für Pilze nicht allzu schwer zugängliche Nahrungsquelle darstellen. Darum wurden zum großen Teil nicht „Werkstoffe“ herangezogen, was für Versuche mit Pilzen für Werkstoffprüfungen nahe gelegen hätte. Werkstoffe haben nämlich ihrer Bestimmung entsprechend sämtlich mindestens ein gewisses Maß von Widerstandsfähigkeit gegen Organismenbefall. So wurden u. a. auch einige übliche Nahrungsmittel in die Versuche mit einbezogen. In den Fällen, in denen es sich nicht um die bei mikrobiologischen Arbeiten üblichen Nährböden handelte, wurden die Stoffe auf einen Mineralsalz-Agar gelegt, der auf jeden Fall die Versorgung der Pilze mit Feuch-



tigkeit und Mineralsalzen sicherstellte. Einzelheiten sind aus Tabelle 1 zu ersehen.

Weiterhin schien es wünschenswert, das Zusammen-Dasein der sieben Pilze bei Anwesenheit von Giftstoffen kennen zu lernen. Der Zusatz von Giften stellt dabei nicht nur eine weitere Abwandlung der Nahrungsquellen dar. Man muß vielmehr berücksichtigen, daß ein nicht unerheblicher Teil der Prüfungen auf Widerstandsfähigkeit gegen Schimmelpilze sich auf Werkstoffe und Geräte erstreckt, die eine chemische Schutzbehandlung erhalten haben. Das Verhalten der Prüfpilze bei Gegenwart von Pilzgiften ist also für die Beurteilung als Prüforganismen mit entscheidend.

Bei den Untersuchungen über das Zusammen-Dasein der sieben Pilze mußte das Verhalten jedes einzelnen Pilzes für sich allein unter den gleichen Bedingungen zum Vergleich mit ermittelt werden.

### 3.1 Versuchsanordnung

Die Versuche wurden in Petri-Schalen von 9 und 10 cm Durchmesser und 2 cm Höhe durchgeführt. In diese wurden etwa 16 ml verflüssigter Agar-Boden eingefüllt.

Die Zusammensetzung der Agar-Böden war folgende:

Mineralsalz-Agar (nach C z a p e k - D o x)

- 2 g  $\text{NaNO}_3$
- 1 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$
- 0,5 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
- 0,5 g KCl
- 0,02 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
- 20 g Agar
- 1000 ml Wasser

Zucker-Salz-Agar

wie Mineralsalz-Agar unter Zusatz von 50 g Glukose

Malz-Agar

- 50 g Malzextrakt
- 30 g Agar
- 1000 ml Wasser

Hafermehl-Malz-Agar

- 10 g Hafermehl
- 10 g Malzextrakt
- 20 g Agar
- 1000 ml Wasser

Fleischextrakt-Pepton-Agar

- „Difco-Nährbouillon“ mit
- 3 g Fleischextrakt und
- 5 g Pepton, dazu
- 20 g Agar im l

Reis wurde mit Wasser, Brot und Speck wurden ohne Wasser im Autoclaven sterilisiert; „Phriphan“- und Cellulosehydrat-Folie sowie Pappelholz wurden ohne Sterilisation verwendet. Aus einem Teil des „Phriphans“ wurde der Weichmacher (Polyglykol) durch Kochen in destilliertem Wasser entfernt, so daß Cellulosehydrat-Folie ohne Weichmacher zur Verfügung

stand. Die ungefähren Abmessungen der auf den erstarrten Mineralsalz-Agar gelegten Proben waren bei

Reis . . . . .	3	cm	×	2	cm	×	1	cm,
Brot . . . . .	4	cm	×	3,5	cm	×	0,7	cm,
Speck . . . . .	4	cm	×	3,5	cm	×	0,3	cm,
Phriphan und Cellulosehydrat-Folie . . . . .	4,5	cm	×	3,5	cm	×	0,004	cm,
Pappelholz . . . . .	6	cm	×	4	cm	×	0,3	cm.

Für die Versuche mit Giftzusätzen wurde Malz-Agar verwendet, dem zwischen der 1. und 2. Sterilisation im Autoclaven bestimmte Mengen von Giftstoffen zugesetzt wurden. Mehrere als Pilzschutzmittel benutzte oder in Betracht gezogene Gifte wurden verwendet.

Die Beimpfung wurde mit Sporenaufschwemmung, etwa 1 ml je Petri-Schale, vorgenommen. Im Falle der verflüssigten Nährböden wurde die Sporenaufschwemmung zu dem noch nicht erstarrten Agar gegeben und darin verteilt. Bei den Versuchen ohne Gifte mit jeweils nur einem Pilz für sich allein wurden außerdem Schalen in der Mitte des Nährbodens mit trockenen Sporen und Mycelteilchen beimpft.

Die Schalen wurden 14 Tage lang teils bei 30°, teils bei 22°C aufgestellt.

Bei den Giftversuchen wurde so vorgegangen, daß zunächst das Verhalten der Pilze in Einzelkulturen auf Nährböden mit 4 oder 5 Konzentrationsstufen des Giftstoffes ermittelt wurde (in den Tabellen 2 bis 4 sind die Stufen weggelassen, die entweder keine Schädigung der Pilze oder Abtötung aller Arten bewirkt haben). Für die Mischkulturen wurde die Stufe benutzt, bei der ein Teil der Pilze oder auch einer sich noch einigermaßen gut entwickeln konnte, andere aber weitgehend oder völlig ausgeschaltet wurden. Auf einer solchen Übergangsstufe war nämlich eine Änderung des Gleichgewichts in der Artenzusammensetzung des Bewuchses zu erwarten.

### 3.2 Versuchsergebnisse

Wie aus den Versuchsergebnissen, die in Tabelle 1 zusammengestellt sind, hervorgeht, entwickeln sich von den sieben Pilzen nur wenige, wenn sie als Sporengemisch aufgebracht werden. Die übrigen treten nicht oder höchstens gelegentlich und zufallsbedingt an kleinen Stellen auf. Dies trifft auch zu, wenn sie sich auf dem gleichen Nährboden bei der gleichen Temperatur in Einzelkultur offensichtlich kräftig entwickeln können.

Bei 30° C sind in den Versuchen im Gemisch nur zwei der sieben Pilze nennenswert in Erscheinung getreten, *A. niger* auf sämtlichen Nährböden, dazu auf den Cellulose enthaltenden Nährböden noch *Ch. globosum*; dieser Pilz gewann dabei auf der Weichmacher-freien Cellulosehydrat-Folie und auf dem Holz deutlich das Übergewicht über *A. niger*. Das ist bemerkenswert, weil *A. niger* auch allein die Cellulosehydrat-Folie sowohl mit als auch ohne Weichmacher abzubauen vermochte, was nicht nur aus dem verhältnismäßig guten Gedeihen des Pilzes auf ihr, sondern auch aus dem Mürbewerden der Folien hervorging.

Bei 22° C waren die gleichen Arten vorherrschend, doch erschien in den Fällen, in denen beide nebeneinander auftraten, *Ch. globosum* gegenüber *A. niger* im Vergleich zu 30° C etwas begünstigt. Außerdem vermochte sich als dritter Pilz das bei 30° C nicht wachsende *Penicillium*

*brevi-compactum* neben den beiden anderen mehr oder weniger zu behaupten.

Zu den Angaben in der Tabelle 1 über die Entwicklung der Pilze in Einzelkultur ist noch zu bemerken, daß die Zahlen nur Vergleiche innerhalb derselben Zeile ermöglichen, aber nicht beim Übergang von einem zum anderen Pilz. Immerhin lassen sich einige erwähnenswerte Zusammenhänge ablesen. Zunächst liegt es nahe, auf die Eignung verschiedener Nährböden für die sieben Arten zu achten. So machten sich beispielsweise Nachteile auf zuckerreichem und Mineralsalze enthaltendem Agar im Vergleich zu Malz-Agar bei einigen Arten nicht, bei anderen etwas, bei *Ch. globosum* stark bemerkbar. Auf Hafermehl-Malz-Agar mit der geringeren Konzentration an leicht zugänglichen Nahrungsstoffen war meist die Uppigkeit der Entwicklung im Vergleich zu Malz-Agar etwas herabgesetzt. Brot sagte den meisten Pilzen sehr zu. Für Reis gilt dies mit Ausnahme des hohen Zuckerkonzentration liebenden *A. amstelodami* im allgemeinen ebenfalls. Speck wirkte teils besonders förderlich, so für *Penicillium brevi-compactum*, das sich im Gemisch der Pilze hierauf besonders kräftig gegen die anderen durchsetzte, teils war er nicht recht brauchbar. Fleischextrakt-Pepton-Agar war für alle Pilze wenig geeignet. Bei der Cellulosehydrat-Folie machten sich die zum Cellulose-Abbau befähigten Pilze durch gutes Gedeihen im Vergleich zu der spärlichen Entwicklung der anderen bemerkbar, wobei sich eine Förderung der nicht celluloseabbauenden Arten und eine Hemmung der celluloseabbauenden durch den Weichmacher andeutete. Das Pappelholz war nur für *Ch. globosum* gut verwertbar.

Beim Vergleich der in Abschnitt 2 abgehandelten Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit von der Temperatur mit dem Einfluß, den die Temperatur auf den nach zwei Wochen erreichten Entwicklungszustand hatte, findet man bestätigt, daß *Penicillium brevi-compactum* und *St. atra* bei 30° C nicht oder fast nicht wachsen. Für *Penicillium cyclopium* zeigte sich hier wie dort, daß die Temperatur von 30° C oberhalb des Optimums liegt. Bei den übrigen Pilzen war der bei 30° C schließlich erreichte Entwicklungszustand meist nicht oder nur etwas üppiger als der bei 22° C; nur *Ch. globosum* weist für 30° C so oft höhere Zahlen als für 22° C auf, daß hier die Unterschiede nicht mit der Versuchsstreuung erklärbar sind.

Die Meßwerte für die Ausbreitung des Mycel auf den Nährböden sind im einzelnen nicht wiedergegeben; sie zeigen — trotz starker Schwankungen — folgendes: auf wenig geeignetem Nährboden, wie Fleischextrakt-Pepton-Agar, war auch die Wachstumsgeschwindigkeit herabgesetzt. Die Temperatur wirkte sich entsprechend den früheren Feststellungen auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit aus. Unter den sieben Pilzen war *A. amstelodami* bei diesen Versuchsbedingungen der am langsamsten, *Ch. globosum* der am schnellsten wachsende.

Bei den Versuchen mit dem Gemisch der sieben Pilze auf den verschiedenen Nährböden tauchten zuweilen Unsicherheiten in der Zuordnung von Pilzgebilden zu den bestimmten Arten auf, weil die kennzeichnenden Merkmale fehlten oder nicht deutlich ausgebildet waren. Dies macht aber für die Gesamtbeurteilung wenig aus, da es sich in diesen Fällen nur um weitgehend von den anderen Pilzen unterdrückte Arten handelt, die, durch irgendeinen Zufall begünstigt, sich an einzelnen kleinen Stellen, zuweilen nur an einer einzigen, entwickelten. Dieses „vereinzelte“ Auftreten hängt offensichtlich von „Zufälligkeiten“ ab, und

Tabelle verschiedenen Nährböden

Pilz	Temperatur °C	Phriphan auf Mineralsalz- Agar	Cellulose- hydrat auf Mineralsalz- Agar	Pappelholz auf Mineralsalz- Agar
<i>Aspergillus</i> <i>amstelodami</i>	22	26 26	22 22	12 12
<i>Aspergillus</i> <i>niger</i>	22	35 47	46 46	34 36
<i>Penicillium</i> <i>brevi-compactum</i>	22	36 00	23 00	23 00
<i>Penicillium</i> <i>cyclopium</i>	22	44 34	34 34	23 10
<i>Paecilomyces</i> <i>varioti</i> R 1115	22	43 43	43 43	00 00
<i>Paecilomyces</i> <i>varioti</i> EMPA 55	22	— —	— —	— —
<i>Chaetomium</i> <i>globosum</i>	22	45 56	56 66	46 48
<i>Stachybotrys</i> <i>atra</i>	22	50 10	50 10	10 00
Gemisch der 7 Pilze	22	vorwiegend <i>Ch. glob.</i> , verbreitet <i>P. br.-c.</i> , vereinzelt <i>A. niger</i>	vorwiegend <i>Ch. glob.</i> , vereinzelt <i>P. br.-c.</i> und <i>A. niger</i>	vorwiegend <i>Ch. glob.</i> , vereinzelt <i>A. niger</i>
		<i>Ch. glob.</i> und <i>A. niger</i>	vorwiegend <i>Ch. glob.</i> , verbreitet <i>A. niger</i>	vorwiegend <i>Ch. glob.</i> , verbreitet <i>A. niger</i>

\*) Die Entwicklung der einzelnen Pilze

Die 1. Ziffer bedeutet für die

- 0 keine
- 1 kaum
- 2 sehr spärlich
- 3 spärlich
- 4 mäßig dicht
- 5 dicht
- 6 üppig
- 7 sehr üppig





man muß damit rechnen, daß von Fall zu Fall ein etwas abweichendes Bild zustande kommt. — Bei den Versuchen mit Giften war die Erkennung der Artzugehörigkeit entstandener Pilzkolonien in noch größerem Maße dadurch erschwert, daß die Pilze in ihrer Entwicklung gehemmt und daher nicht an ihren kennzeichnenden Merkmalen zu erkennen waren, diesmal infolge der Einwirkung des Giftstoffes. In den Tabellen 2 bis 4, die Ergebnisse der Versuche mit Giften wiedergeben, ist in solchen Fällen mit einem Fragezeichen gearbeitet worden. Es ist in die einem bestimmten Pilz zugeordnete Zeile eingesetzt worden, wenn nach den sonstigen Umständen des Versuches keine andere als diese betreffende Art in Betracht kam.

Wie aus Tabelle 2, die die Ergebnisse bei Verwendung des Giftstoffes Diäthyl-octyl-zinnacetat darstellt, abzulesen ist, beherrschte in den Versuchen mit Mischsporen-Infektion auf giftfreiem Agar *A. niger* sowohl bei 22 als auch bei 30° C das Feld. Daß bei 22° C in einer von zwei Versuchsschalen einzelne Mycelstellen zu sehen waren, die möglicherweise einer anderen Art angehörten, machte dabei wenig aus. *A. niger* erwies sich nun als gegen diesen Giftstoff verhältnismäßig empfindlich. Allein auf den 2,5 mg dieses Giftes je Liter enthaltenden Nährboden gebracht, kam er bei 22° C gar nicht zur Entwicklung; begünstigt von der für ihn ungefähr optimalen Temperatur von 30° C wuchs er stellenweise. Nach Aufbringen des Sporengemisches entwickelten sich bei 22° C zahlreiche Kolonien, die nach ihrer hier und da zustande gekommenen Sporenbildung und gemäß ihrem sonstigen Aussehen im Vergleich mit den entsprechenden Einzel-Pilz-Kulturen zu *Penicillium cyclopium* gehörten. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß vereinzelt daneben noch *Penicillium brevi-compactum* und *Paecilomyces varioti* aufgetreten sind. Bei 30° C bot sich ein völlig anderes Bild. *Penicillium cyclopium*, das in Einzelkultur bei dieser für den Pilz schädlich hohen Temperatur nur wenige winzige Kolonien zustande gebracht hatte, fehlte nach der Mischinfektion, dagegen traten *A. amstelodami*, der sich, allein gezogen, bei 30° C noch nennenswert entwickelt hatte, sowie *Paecilomyces varioti* und *A. niger* auf, alle nur mit einzelnen Kolonien. Als entscheidende Schlußfolgerung ist aus diesem Versuch die Erkenntnis abzuleiten, daß durch ein Gift die Arten-Zusammensetzung eines Bewuchses entscheidend verändert werden kann, indem Arten, die sonst infolge der Einwirkung biologisch überlegener Konkurrenten nicht in Erscheinung treten, Entwicklungsmöglichkeiten gewinnen, ja sogar zu beherrschenden Arten werden können, wenn sie eine Gifteinwirkung ertragen, die die übrigen nicht aushalten. Diese Feststellung entspricht den Erfahrungen mit Schiffsbodenbewuchs (16). Es würde der eine Versuch genügen, um zu beweisen, daß es sinnvoll sein kann, für die Prüfung Pilzarten in das Gemisch einzubeziehen, die auf üblichem Untergrund praktisch nie zur Entwicklung kommen, weil sie von den im Zusammen-Dasein überlegenen Arten unterdrückt zu werden pflegen. Im Laufe der Untersuchung schien es so, als wären im Sieben-Pilze-Gemisch einige Arten wegen biologischer Unterlegenheit völlig überflüssig. Nun aber darf man sagen, daß auch solche Arten bei

Tabellen 2...4. Entwicklung der sieben Pilze im Gemisch im Vergleich zur Entwicklung der Pilze für sich allein. Versuche auf gifthaltigem Nährboden.

#### Zeichenerklärung für die Tabellen 2 bis 4

Pilzentwicklung in den Einzelkulturen, verglichen mit der in giftfreien Kulturen:

- + = unbeeinträchtigt
- {+} = nur wenig beeinträchtigt
- (+) = erheblich beeinträchtigt
- (0) = nur noch gelegentliche Entwicklung
- 0 = keine Entwicklung
- = infolge unzuträglicher Temperatur keine Entwicklung

Pilzentwicklung in den Mischkulturen:

- × = Art vorherrschend (gegebenenfalls mit einer anderen Art etwa gleich entwickelt)
- (×) = Art nachgewiesen, aber nicht in allen Versuchen oder nur spärlich
- ? = Es ist nicht nachgewiesen, aber wahrscheinlich, daß es sich bei der „nicht bestimmten Art“ um den betreffenden Pilz handelt

Die Pilze sind in der Reihenfolge zunehmender Empfindlichkeit gegen den betreffenden Giftstoff angeordnet.

der Prüfung gifthaltiger Werkstoffe eine entscheidende Rolle spielen können.

Eine Bestätigung einer solchen Auffassung ist aus den folgenden weiteren Versuchsergebnissen herauszulesen. Gegen Pentachlorphenol (Tabelle 3) erwies sich *Penicillium brevi-compactum* als der widerstandsfähigste Pilz; selbstverständlich machte sich dies nur bei der für diesen Pilz zuträglichen Temperatur von 22° C bemerkbar. Bei Mengen von 2 mg je Liter bestanden die Schädigungen in den Einzelkulturen nur in verzögerter Entwicklung und etwas verändertem Aussehen. Bei *Paecilomyces varioti* wurde bei beiden Temperaturen etwas deutlichere Schädigung festgestellt. *Penicillium cyclopium* wuchs bei beiden Temperaturen, *A. niger* nur noch bei 30° C zögernd zu wenig Mycel heran, das Anzeichen starker Schädigung zeigte. Im Gemisch entwickelte sich bei Abwesenheit von Gift — wie üblich — *A. niger* sehr kräftig; in zwei von drei bei 22° C aufgestellten Versuchsschalen waren an einzelnen Stellen Mycelgebilde von abweichendem Aussehen, von denen zu vermuten war, daß sie einer anderen Art angehörten, zu sehen, ohne daß darüber Genaueres auszusagen war. Auf dem 20 mg Gift je Liter enthaltenden Nährboden entstand aus dem Sporengemisch ein Bewuchs, der sich bei 22° C anscheinend zumeist aus *Penicillium brevi-compactum*, teils wohl auch aus *Penicillium cyclopium* zusammensetzte sowie einmal eine Kolonie von *Paecilomyces varioti* enthielt. Bei 30° C hatten sich vorwiegend Kolonien entwickelt, die allen Anzeichen nach teils zu *Paecilomyces varioti*

Tabelle 2. Pilzentwicklung auf Diäthyl-octyl-zinnacetat-haltigem Nährboden

Versuchspilze	Einzelkulturen						Mischkulturen			
	Konzentration des Giftstoffes in mg/l									
	0		0,5		2,5		0		2,5	
	Versuchstemperatur in °C									
	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30
<i>Penicillium cyclopium</i>	+	+	+	(+)	(+)	(0)			?	
<i>Aspergillus amstelodami</i>	+	+	(+)	(+)	(0)	(+)				(×)
<i>Penicillium brevi-comp.</i>	+	—	(+)	—	(+)	—		—	(?)	—
<i>Stachybotrys atra</i>	+	—	+	—	(0)	—		—		—
<i>Paecilomyces varioti</i> EMPA 55	+	+	(+)	(+)	(0)	(0)			(?)	(×)
<i>Aspergillus niger</i>	+	+	(+)	(+)	0	(0)	×	×		(×)
<i>Chaetomium globosum</i>	+	+	(+)	(+)	0	(0)				
Nicht bestimmte Arten							(×)		×	(×)

und teils zu *Penicillium cyclopium* gehörten, gelegentlich war dazwischen *A. niger* erkennbar.

In einer Versuchsreihe mit Salicylanilid (Tabelle 4) war *Paecilomyces varioti* der gegen Gift unempfindlichste Pilz. Dementsprechend gewann er auf dem 60 mg Gift je Liter enthaltenden Nährboden im Mischsporen-Versuch eindeutig die Vorherrschaft.

Dieser Pilz, der in anderen Versuchsreihen nie auf giffreiem Nährboden hervorgetreten war, hatte sich in den Vergleichsversuchen mit Mischkulturen auf unvergiftetem Agar gerade in dieser Untersuchungsreihe in drei von sechs Versuchsschalen neben *A. niger* entwickelt, ein Zusammen-treffen, das die beherrschende Stellung von *Paecilomyces varioti* im Gift-versuch weniger eindrucksvoll erscheinen läßt.



Tabelle 3. Pilzentwicklung auf Natriumpentachlorphenolat-haltigem Nährboden

Versuchspilze	Einzelkulturen						Mischkulturen			
	Konzentration des Giftstoffes in mg/l									
	0		20		100		0		20	
	Versuchstemperatur in °C									
	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30
<i>Penicillium brevi-comp.</i>	+	—	(+)	—	(+)	—			?	—
<i>Paecilomyces varioti</i> R 1115	+	+	(+)	(+)	0	0			(?)	?
<i>Penicillium cyclopium</i>	+	+	(+)	(+)	0	0			?	?
<i>Aspergillus niger</i>	+	+	0	(+)	0	0	×	×		(×)
<i>Stachybotrys atra</i>	+	—	(0)	—	0	—		—		—
<i>Aspergillus amstelodami</i>	+	+	0	0	0	0				
<i>Chaetomium globosum</i>	+	+	0	0	0	0				
Nicht bestimmte Arten							(×)		(×)	×

Neben *Paecilomyces varioti* wurden bei 22 °C nicht fruchtende Kolonien festgestellt, die den Umständen nach zu *Penicillium cyclopium*, aber vielleicht auch zu *A. niger* gehören konnten. Bei 30 °C trat in einer von drei Versuchsschalen neben *Paecilomyces varioti* am Schalenrande etwas *A. niger* auf.

In einer Versuchsreihe mit Kupfer-8-oxychinolin als Giftstoff erwies sich *A. niger* als der unempfindlichste der sieben Pilze gegenüber diesem Gift. Bei 10 mg Gift je Liter wies er, allein aufgebracht, bei beiden Temperaturen zwar deutliche Hemmungserscheinungen, aber doch noch erhebliches Wachstum und weithin dichte Sporenbildung auf. Lebenszeichen an kleinen Stellen zeigten *Penicillium cyclopium* bei 22 °C, *Ch. globosum* und *Paecilomyces varioti* bei 30 °C. Erwartungsgemäß war in den Versuchen mit Mischsporenaufschwemmung auch auf Gift-Agar

Tabelle 4. Pilzentwicklung auf Salicylanilid-haltigem Nährboden

Versuchspilze	Einzelkulturen										Mischkulturen				
	Konzentration des Giftstoffes in mg/l														
	0		4		20		40		60		0		60		
	Versuchstemperatur in °C														
	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30	22	30	
<i>Paecilomyces varioti</i> EMPA 55	+		+		+		(+)		(+)		(+)		(×)		×
		+		+		+		(+)		(+)		(+)		(×)	×
<i>Aspergillus niger</i>	+		+		+		(+)		(+)		(+)		×		(?)
		+		+		+		+		+		(+)		×	(×)
<i>Penicillium cyclopium</i>	+		(+)		(+)		(+)		(+)		(+)				(?)
		+		(+)		(+)		0		0		0			
<i>Aspergillus amstelodami</i>	+		+		+		(+)		0		0				
		+		+		+		(0)		0		0			
<i>Penicillium brevi-comp.</i>	+		+		(+)		(0)		0		0				
		—		—		—		—		—		—		—	—
<i>Stachybotrys atra</i>	+		(+)		(+)		(0)		0		0				
		—		—		—		—		—		—		—	—
<i>Chaetomium globosum</i>	+		(+)		0		0		0		0				
		+		(+)		0		0		0		0			
Nicht bestimmte Arten															(×)

*A. niger* die beherrschende Art. In einer von zwei Versuchsschalen entwickelte sich bei 22° C außerdem Mycel, das vermutlich zu *Penicillium cyclopium* gehörte. Das ist insofern bemerkenswert, als man danach annehmen muß, daß auch schon bei nur mäßig starker Schädigung eines Pilzes durch ein Gift in die Artenzusammensetzung eines Bewuchses eine Labilität hineinkommt.

#### 4. Die Bedeutung der Versuchsergebnisse für das Prüfverfahren

Die Feststellung, daß zwei von den sieben gemäß der „IEC“-Vorschrift gewählten Pilzen bei der vorgeschriebenen Prüftemperatur von 30° C von vornherein nicht wachsen können, macht Änderungen der Prüfvorschrift erforderlich. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß Prüfvorschriften in möglichst geringem Maß und, falls es unbedingt notwendig ist, möglichst selten geändert werden sollten, damit die Gültigkeit der

Prüfergebnisse und ihre gegenseitige Vergleichbarkeit nicht in Frage gestellt sind. Wir haben also zu erwägen, wie man den beiden Forderungen, der der notwendigen Änderung und der der wünschenswerten Vermeidung von Änderungen, zugleich gerecht werden kann. Es wäre denkbar, daß man dem Wunsch nach Beibehalten der Vorschrift dadurch nachkommt, daß bei der zusätzlichen Festlegung der Pilzstämme, die ohnehin geschehen sollte, von den wärmeempfindlichen Arten solche Stämme ausgesucht würden, die bei 30° C noch Wachstum aufweisen. Dann wäre die formale Bedingung erfüllt, daß sämtliche Pilze bei der Prüftemperatur zu leben vermögen. Eine andere, allerdings grobe Lösung wäre es, die Pilzarten, deren Temperaturoptima erheblich unter 30° C liegen, bei der Prüfung einfach wegzulassen. Ein solches Vorgehen ließe sich damit begründen, daß diese Pilze auch bisher für die Prüfergebnisse sicherlich nie oder höchst selten Bedeutung gehabt haben.

Will man notwendige Änderungen in sinngemäßer Weise vornehmen, so wird man sich zunächst zu fragen haben, was die Urheber des Prüfverfahrens beabsichtigten, als sie sieben Pilze aussuchten und die Temperatur von 30° C festlegten. Offensichtlich war es dies: Sie wollten bei der Laboratoriumsprüfung eine größere Anzahl von Pilzen an die Proben heranbringen, um die Mannigfaltigkeit von Arten, wie sie in der Praxis mit den Werkstoffen zusammenkommen, wenigstens in einem durchführbaren Ausmaße — wobei freilich eine Verminderung der Artenzahl um etwa zwei Dezimalen unvermeidlich war — zu entsprechen. Die Temperatur von 30° C dürfte in der Absicht festgelegt worden sein, den Pilzen besonders zusagende Lebensbedingungen zu bieten. Weiterhin hat es für die Wahl dieser verhältnismäßig hohen Temperatur sicherlich eine Rolle gespielt, daß mit dem Prüfverfahren Voraussagen über die Bewährung von Werkstoffen und Geräten in feucht-warmen Klimaten gewonnen werden sollten. Wenn sich jetzt herausstellt, daß teilweise Pilze und Temperatur nicht zusammenpassen, so wäre sowohl an Änderungen hinsichtlich der Temperatur als auch hinsichtlich der Wahl der Pilzarten zu denken. Eine Herabsetzung der Prüftemperatur erscheint erwägenswert. Es käme dafür 26° C als Mitte zwischen den Optima der beiden Pilzgruppen, 22° C und 30° C, in Betracht: vorzuziehen wären vielleicht 25° C oder 24° C, wenn man bedenkt, daß die Temperaturkurve auf der unteroptimalen Seite flacher zu verlaufen pflegt als auf der überoptimalen, also ein Abweichen vom Optimum um die gleiche Anzahl Temperaturgrade eine geringere Beeinträchtigung des Pilzes bedeutet, wenn es sich um Temperaturniedrigung handelt, als im Falle einer Temperaturerhöhung. Der andere Weg, bei den Pilzen eine Umbesetzung vorzunehmen, dürfte demgegenüber aber vorzuziehen sein; er würde dem Ziel des Prüfverfahrens am meisten entsprechen. Unter der großen Anzahl bekannter Pilze gibt es sicherlich solche, die nicht nur ihr Optimum bei 30° C haben, sondern auch die anderen an Prüfpilze zu stellenden Anforderungen erfüllen und möglicherweise noch weitere für die Prüfung besonders erwünschte Eigenschaften haben. Hierbei würden auch wohl keine Bedenken bestehen, über die Zahl Sieben noch hinauszugehen. — Daß eine solche Auswahl einige Zeit beanspruchen und am besten in Zu-

sammenarbeit mehrerer Untersucher getroffen würde, ist leicht einzusehen. Es wäre dafür das Zusammentragen von Erfahrungen über das Auftreten von schädlichen Arten an Werkstoffen und Geräten als Vorarbeit nötig; dann müßten Laboratoriumsuntersuchungen über die Eignung der in die engere Wahl zu ziehenden Pilze folgen, wobei Temperaturabhängigkeit, Ernährungsfragen, besonders die Neigung zum Befall von Werkstoffen, Giftempfindlichkeit, Zusammen-Dasein mit den übrigen Prüfpilzen und die Erhaltung der Eigenschaften bei länger wäherender Laboratoriumszucht wesentlich wären.

Bei dem „IEC“-Verfahren wird nicht steril gearbeitet. Es ist daher nicht verwunderlich, daß bei den Prüfungen zuweilen andere Pilze auftreten, als mit der Sporenaufschwemmung aufgebracht worden sind. Man kann dies nicht unbedingt als unerwünscht bezeichnen, obwohl in diesen Sonderfällen die Wiederholbarkeit der Versuche gefährdet ist. Andererseits lautet die Frage, um deretwillen die Prüfung durchgeführt wird, nicht, ob diese sieben Pilze oder einige oder einer von ihnen als Schädling an dem Werkstoff auftreten können, sondern ob der Werkstoff gegen Schimmelpilze ganz allgemein widerstandsfähig ist. Erwärmung verdient in diesem Zusammenhang die Beobachtung, daß in unseren Prüfungen bei gifthaltigen Proben gelegentlich Bewuchs durch eine fremde Art entstanden ist, und zwar zeitlich verhältnismäßig spät, anscheinend von wenigen Sporen eines gegen dieses Gift unempfindlichen Pilzes aus. Dies ist übrigens — neben dem Wunsch, etwaige Veränderung durch den Pilzbefall deutlicher werden zu lassen — ein Grund, sich nicht für eine Verkürzung der Versuchszeit von vier auf zwei Wochen einzusetzen, was bei einem Teil der Prüfungen ausreichen würde. — Weiterhin wäre von einem spontanen Auftreten des Pilzes *Penicillium purpurogenum* Stoll bei unseren Prüfungen zu berichten. Dies wäre eine *Penicillium*-Art, die bei 30° C gut gedeiht. Sie käme also zunächst als Ersatz für eine der beiden gegen Wärme empfindlichen *Penicillium*-Arten in Betracht. Darüber hinaus bringt sie eine für die Prüfung erwünschte Eigenschaft mit, die von den bisherigen Pilzen keiner besitzt. Sie bildet nämlich einen roten Farbstoff und scheidet ihn, ab und zeigt damit in den Prüfungen an, ob ein Werkstoff von Pilzen verfärbt werden kann, was für bestimmte Fragestellungen bei der Prüfung durchaus Bedeutung hat. Gegen das Miteinbeziehen dieser Art spricht nicht so sehr, daß die Farbstoffbildung nicht immer eintritt und bisher die Voraussetzungen dafür noch nicht hinreichend geklärt sind; das ließe sich nachholen. Unerwünscht scheint es aber, einen Pilz mitheranzuziehen, der nicht nur saprophytisch lebt, sondern dazu neigt, auf anderen Schimmelpilzen zu parasitieren, was regelmäßig beim Zusammenbringen unseres *Penicillium purpurogenum* mit *A. niger* beobachtet wurde.

### 5. Zusammenfassung

Für ein Verfahren zur Prüfung von Werkstoffen, Bauelementen und Geräten auf Widerstandsfähigkeit gegen Schimmelpilzbefall, das durch mehrere Normen oder normenähnliche Vorschriften festgelegt ist, sind sieben bestimmte Schimmelpilzarten als zusammen anzuwendende Prüforganismen vorgeschrieben. Die Untersuchung hatte das Ziel, diese sieben Pilze hinsichtlich der Eigenschaften, die für die Prüfung Bedeutung haben, genauer kennenzulernen.



Die Versuche zur Ermittlung der Temperatur- und Feuchtigkeitsansprüche der sieben Pilze brachten unter anderem das für das Prüfverfahren einschneidende Ergebnis, daß zwei der benutzten Pilze (*Penicillium brevi-compactum* Stamm Zaleski und *Stachybotrys atra* Stamm C. M. I.) bei der vorgeschriebenen Prüftemperatur von 30° C nicht wachsen konnten, ein dritter (*Penicillium cyclopium* Stamm L. S. H. 214) beeinträchtigt wurde. Das Wachstums-Optimum dieser Pilze lag bei ungefähr 22° C. Anscheinend ist die Empfindlichkeit gegen höhere Wärme bei einem Teil dieser Pilze nicht nur eine Eigenschaft des gerade benutzten Stammes, sondern der vorgeschriebenen Art.

Wenn die sieben Pilze als Mischsporenaufschwemmung mit Nährstoffen zusammengebracht wurden, entwickelte sich je nach den Eigenschaften des Nährbodens und nach der Temperatur oft nur eine Art, zum Teil waren es zwei oder drei. Die übrigen Pilze wurden unterdrückt und waren nur gelegentlich an kleinen Stellen nachweisbar. Giftstoff-Zusätze änderten die Artenzusammensetzung des Pilzbewuchses, indem sonst unterdrückte Pilze, falls sie gegen Gift widerstandsfähiger waren als die auf giftfreien Nährboden vorherrschenden, hervortraten.

Für das Prüfverfahren wurden folgende Schlußfolgerungen gezogen:

Es ist sinnvoll, eine größere Anzahl von Pilzen zusammen an die Proben heranzubringen, auch solche, die auf giftfreien Nährböden von anderen unterdrückt zu werden pflegen.

Die Prüfpilze sollten nicht nur nach ihrer Artzugehörigkeit festgelegt sein, es sollte darüber hinaus auch der zu benutzende Stamm vereinbart werden.

Da es nicht sinnvoll ist, Pilze bei der Prüfung zu benutzen, die von vornherein die Proben gar nicht befallen können, ergibt sich die Notwendigkeit für eine Änderung der Prüfvorschrift. Ein Austausch der nicht für das Prüfverfahren passenden Pilze mit geeigneten wäre wohl die beste Lösung. Als Vorbereitung für diesen Schritt bedarf es des Zusammentragens von Erfahrungen und anschließend einer genügend eingehenden Untersuchung der in die engere Wahl gezogenen Pilze.

## 6. Schrifttum

1. A b r a m s, E., Microbiological deterioration of organic materials, its prevention and methods of test. Nat. Bureau of Standards, Misc. Publ 188 (1948), Abschnitt IX.
2. American Society for Testing Materials: Standard methods of test for resistance of textile materials to microorganisms. ASTM D 684—54 (1954).
3. Association Française de Normalisation: Protection: Essai d'attaque des plastifiants et des matières plastiques par les moisissures. Projet de norme en application. P N X 41—504 (1955).
4. B a s u, S. N., Fungal decomposition of jute fibre and cellulose. Part 2. The effect of some environmental factors. J. Text. Inst. 39 (1948), 237.
5. B o n n e r, J. T., A study of the temperature and humidity requirements of *Aspergillus niger*. Mycologia 40 (1948), 728.

6. British Standards Institution: Basic climatic and durability tests for components for radio and allied electronic equipment. BS 2011 (1954), Abschnitt 4.17.
7. Galloway, L.D., The moisture requirements of mould fungi, with special reference to mildew in textiles. J. Text. Inst. **26** (1935), 123.
8. Ganz, E., und Wälchli, O., Schimmelpilze in elektronischen Apparaten. Bull. Schweiz. Elektrotechn. Ver. **46** (1955), 233.
9. Groom, P., and Panisset, T., Studies on *Penicillium chrysogenum* Thom., in relation to temperature and relative humidity of the air. Ann. appl. Biol. **20** (1953), 633.
10. Heintzeler, L., Das Wachstum der Schimmelpilze in Abhängigkeit von den Hydraturverhältnissen unter verschiedenen Außenbedingungen. Arch. Mikrobiol. **10** (1939), 92.
11. International Electrotechnical Commission affiliated to the International Organization for Standardization: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components. IEC 68 (1954), Abschnitt 4.9.
12. Janisch, E., Wo liegt das Temperaturoptimum bei Pilzen? (*Aspergillus niger*). Zentralbl. Bakt., Abt. II, **101** (1939/40), 120.
13. Kaess, G., und Schwartz, W., Über das Wachstum von Schimmelpilzen bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit. Arch. Mikrobiol. **6** (1935), 208.
14. Ministry of Supply and Department of Scientific and Industrial Research: Tropic proofing. Protection against deterioration due to tropical climates. 1949, 4.
15. Ohtsuki, T., Studies on the glass mould. III. Cultivation on concentrated media and measurement of their osmotic pressure. Jap. J. Bot. **14** (1953), 147.
16. Rath sack, H. A., und Rautenberg, E., Untersuchungen an Schiffsanstrichen. Abh. dtsh. Akad. Wiss. Berlin (1958), Nr. 5.
17. Rippel-Baldes, A., Grundriß der Mikrobiologie. 2. Aufl., Berlin—Göttingen—Heidelberg 1952, 88.
18. Schmiedeknecht, M., Feuchtigkeit als Standortfaktor für mikroskopische Pilze. Ztschr. Pilzkunde **25** (1959), 69.
19. Snow, D., The germination of mould spores at controlled humidities. Ann. appl. Biol. **36** (1949), 1.
20. South African Bureau of Standards: Proposed code for the prevention of deterioration due to tropical conditions. SABS 15/14/23 (1951), Abschnitt 17, 1.
21. Standards Association of Australia: Interim specification for methods of testing equipment for suitability for service conditions. SAA Int. **101** (1944).
22. Theden, G., Vergleichende Erprobung von Verfahren zur Prüfung der Pilzwiderstandsfähigkeit von Werkstoffen. Materialprüfung **2** (1960), 88.
23. Verband Deutscher Elektrotechniker: Regeln für Kondensatoren. VDE 0560, Teil 1/3.56 (1956), Abschnitt 53 b.
24. Walter, H., Die Hydratur der Pflanze. Jena, 1931.
25. Yanigata, T., Biochemical aspects of germination of *Aspergillus niger* conidiospores. Arch. Mikrobiol. **26** (1957), 329.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
der Universität Göttingen  
Direktor: Professor Dr. A. Scheibe

## Untersuchungen über die $\text{CO}_2$ -Abgabe von röntgen- bestrahlten Samen. Ein Beitrag zum Problem der Strahlennachwirkungen

Von

Klaus Wöhrmann<sup>1)</sup>

Zum Problem der Strahlennachwirkungen in ruhenden Samen liegen bisher eine Reihe von Untersuchungen über die Keimfähigkeit und das Keimlingswachstum (Tascher, 1929; Stadler, 1930; Gustafsson, 1944; Ehrenberg, 1954; Mücke und Wöhrmann, 1960) sowie Veröffentlichungen über die Beeinflussung dieses Vorganges durch unterschiedliche Lagerungsbedingungen vor (Adams et al., 1955, 1958). Eine Zunahme der zytologischen Aberrationen in bestrahltem Material während der Lagerung beschreiben Adams et al. (1955, 1958) und Nilan (1955, 1959). Wöhrmann und Mücke (1959) konnten zeigen, daß durch eine Lagerung bestrahlter Samen von *Hordeum sativum* und *Alopecurus pratensis* der Röntgeneffekt stärker in Erscheinung tritt als durch Bestrahlung eines bis zur Röntgenapplikation gelagerten Saatgutes. Die Autoren kamen auf Grund dieser Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß in bestrahlt gelagertem Saatgut echte Strahlennachwirkungen auftreten, die sich nicht durch eine Summierung von unmittelbaren Strahlenschäden und durch solche, die durch das natürliche Altern bedingt sind, erklären lassen.

In vorliegender Arbeit soll im Anschluß an die Veröffentlichung von Wöhrmann und Mücke (1959) die  $\text{CO}_2$ -Abgabe während des Keimprozesses von bestrahlt gelagertem Saatgut und solchem, das erst nach einer gleich langen Lagerzeit mit Röntgenstrahlen behandelt wurde, vergleichend geprüft werden. Die Untersuchungen haben das Ziel, festzustellen, ob durch die unterschiedliche Behandlung des Saatgutes das Atmungssystem der Samen unterschiedlich geschädigt worden ist und ob sich somit Hinweise auf die Ursachen der Strahlennachwirkungen ergeben.

### Material und Methoden

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde Saatgut von *Hordeum sativum* der Sorte „Schweigers Hella“ verwandt. Das Saatgut wurde in 2 Proben geteilt, von denen wir die eine bereits zu Beginn der Versuche im Dezember 1956 bestrahlten, während wir die zweite erst nach einer entsprechend langen Lagerzeit unmittelbar vor den Atmungsversuchen mit Röntgenstrahlen behandelten. In den folgenden Ausführungen werden die im Dezember 1956 bestrahlten und so bis zu den Atmungsver-

<sup>1)</sup> jetzt: Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Zweigstelle Scharnhorst bei Neustadt a. Rbg.

suchen gelagerten Samenproben mit „alt“, die unbestrahlt gelagerten und erst unmittelbar vor den Atmungsversuchen behandelten mit „neu“ bezeichnet (vgl. auch Wöhrmann und Mücke, 1959). Das Saatgut beider Behandlungsgruppen lagerte 30 Monate lang unter natürlichen Bedingungen auf dem Speicher des Instituts.

Die Bestrahlung erfolgte mit einer Röntgenapparatur Typ MG 150, der Firma C. H. F. Müller, Hamburg, und wurde ohne Filter bei 150 kV, 19 mA und einem FA von 45 cm durchgeführt. Die Samen lagerten während der Bestrahlung auf einem 1 mm dicken Bleiblech in einer Schichtdicke von 1 cm. Die applizierte Strahlenmenge betrug 10 bzw. 20 kr. Die Dosierung erfolgte mit Hilfe einer Mikroschlauchkammer des PTW-„Simplex“-Dosimeters.

Für die Messung der von den Samen abgegebenen CO<sub>2</sub>-Menge stand uns ein Gasanalysengerät, der Leitfähigkeitsschreiber der Firma Wösthoff, Bochum, zur Verfügung. In den hier beschriebenen Untersuchungen verwandten wir im Prinzip die gleiche Versuchsanlage, die bereits von Scheibe und Meyer zu Drewes (1959) und Wöhrmann und Meyer zu Drewes (1959) für CO<sub>2</sub>-Messungen herangezogen wurde. Lediglich die Atmungsküvetten mußten den neuen Erfordernissen angepaßt werden.

Die Atmungsküvetten bestanden aus einem Glasrohr (20 cm lang, 4 cm Durchmesser), das auf der einen Seite durch einen Gummistopfen luftdicht zu verschließen war und dessen anderes Ende sich auf den Durchmesser des Luftabfuhrschlauches verjüngte.

Durch den Verschlussstopfen konnte der Küvette die CO<sub>2</sub>-freie und wassergesättigte Versuchsluft zugeführt werden. Flüssigkeitsmanometer ermöglichten während der gesamten Versuchsdauer einen konstanten Luftstrom von 10 l/h durch die Küvette zu schicken. Eine Ansammlung von CO<sub>2</sub>-reicher Luft in den Küvetten konnte auf diese Weise vermieden werden. Die Untersuchungen wurden in einem thermokonstanten Dunkelraum bei 20° C durchgeführt. Darüber hinaus hielten wir die Versuchsluft mit Hilfe eines Wasserbades, in dem sich ebenfalls die Atmungsküvetten befanden, auf der gewünschten Temperatur.

Am Analysengerät standen 12 Meßstellen zur Verfügung, deren Meßdauer je 5 Minuten betrug. Bei 5 Versuchsgliedern und einer Temperaturkontrollküvette konnten daher innerhalb einer Stunde je Küvette 2 Meßwerte erhalten werden. Die Atmungswerte wurden jeden Tag zwischen 10 und 12 Uhr abgelesen, und die somit erhaltenen Meßwerte je Küvette zu einem mittleren Tageswert zusammengefaßt.

Die vom Analysengerät in Vol. % angegebenen Meßwerte rechneten wir in mg CO<sub>2</sub>/h um und bezogen sie auf die Anzahl untersuchter Körner bzw. auf deren absolute Trockensubstanz, die durch Trocknen bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz ermittelt wurde. Die Mittelwerte, die sich aus den Wiederholungen der Versuche ergaben, prüften wir statistisch nach Weber (1957).

In unseren Versuchen verzichteten wir auf eine Desinfektion der untersuchten Samen, da sich in Vorversuchen zeigte, daß auch nach einer fünftägigen Versuchsdauer keine sichtbare Verpilzung der Keim-



linge eintrat. Da es sich in den vorliegenden Untersuchungen um das Samenmaterial nur einer Sorte von gleicher Herkunft und gleichem Erntejahr handelt, ist darüber hinaus anzunehmen, daß ein Befall mit Mikroorganismen bei allen entnommenen Proben weitgehend gleich ist. Außerdem sind in unseren Versuchen nicht die absoluten Atmungswerte von Bedeutung, sondern lediglich die Differenzen zwischen den einzelnen Behandlungsgruppen.

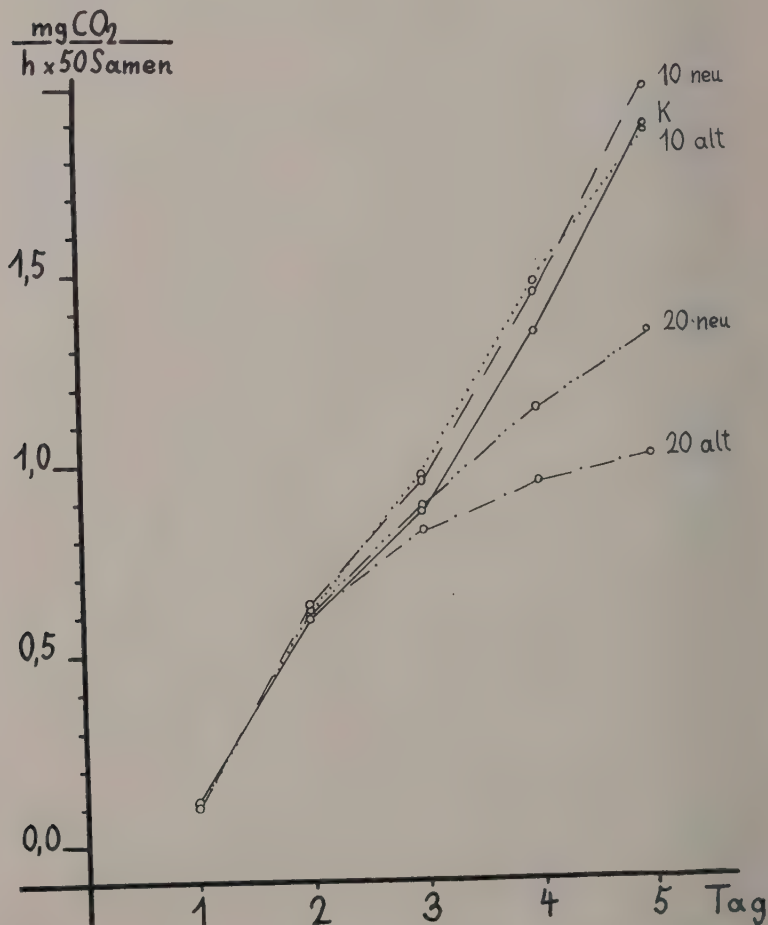


Abb. 1. CO<sub>2</sub>-Abgabe in mg CO<sub>2</sub>/h × 50 Samen von *Hordeum sativum* während der ersten 5 Tage des Keimprozesses. Die Samen wurden mit 10 bzw. 20 kr zu Beginn einer Lagerzeit („alt“) bzw. nach einer Lagerzeit („neu“) von 30 Monaten bestrahlt. K = unbestrahlt gelagertes Saatgut.

### V Versuchsergebnisse

In einer ersten Versuchsserie stellten wir die CO<sub>2</sub>-Abgabe kontinuierlich während des gesamten Keimverlaufs vom Einquellen bis zum 5. Keimtage fest. Diese Versuchsanordnung setzte voraus, daß die untersuchten Samen während des gesamten Versuchszeitraums in den Atmungsküvetten verblieben.

Die Ergebnisse dieser ersten Versuchsserie gehen aus Abbildung 1 hervor. In dieser Abbildung ist die von den Samen abgegebene CO<sub>2</sub>-Menge in mg je 50 Samen bzw. Gerstenkeimen in Abhängigkeit von der Keimzeit aufgetragen. Die angegebenen Werte stellen Mittelwerte aus 4 Wiederholungen dar. Bei allen Behandlungsgruppen steigt mit der Keimdauer die abgegebene CO<sub>2</sub>-Menge an. Am ersten Versuchstage, 2–3 Stunden nach dem Einquellen der Samen, ist bei allen Behandlungsarten die CO<sub>2</sub>-Menge noch sehr gering. Eine unterschiedliche Atmungsintensität der unterschiedlich behandelten Samen läßt sich zu diesem Versuchszeitpunkt noch nicht nachweisen. Gleiches gilt für den 2. Versuchstag. Erst am dritten Keimtage treten geringe Differenzen zwischen den Versuchsgliedern auf, die am vierten und fünften Tage zunehmend deutlicher werden.

Die Atmungsintensität der Kontrollsamens und der Behandlungsgruppen 10 kr „neu“ und „alt“ steigt ohne Unterschied auch am fünften Versuchstage weiter an. Die Bestrahlungsgruppen 20 kr „neu“ und „alt“ lassen dagegen vom dritten Versuchstage an in ihrer Atmungsintensität erheblich nach. Eine Behandlung mit 20 kr und anschließender Lagerung (Versuchsreihe „alt“) scheint die Atmung (CO<sub>2</sub>-Ausscheidung) aber mehr zu schädigen als eine solche mit 20 kr im Anschluß an eine gleich lange Lagerungsperiode (Versuchsreihe „neu“).

Für den 4. und 5. Versuchstag prüften wir die Signifikanz der Mittelwerte, die sich aus jeweils 4 mittleren Tageswerten ergaben, mit Hilfe des t-Testes. Die errechneten p-Werte sind für den 4. Versuchstag in Tabelle 1 und für den 5. Versuchstag in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 1. Zusammenstellung der p-Werte für die Differenzen zwischen den Behandlungsgruppen am 4. Versuchstage. Erläuterungen im Text.

K	Behandlung				
	10 kr alt	10 kr neu	20 kr alt	20 kr neu	
—	20,8	65,0	2,8	4,0	K
—	—	92,5	0,48	3,7	10 kr alt
—	—	—	2,2	17,0	10 kr neu
—	—	—	—	85,5	20 kr alt
—	—	—	—	—	20 kr neu

Tabelle 2. Zusammenstellung der p-Werte für die Differenzen zwischen den Behandlungsgruppen am 5. Versuchstage. Erläuterungen im Text.

K	Behandlung				
	10 kr alt	10 kr neu	20 kr alt	20 kr neu	
—	92,5	78,5	3,0	1,0	K
—	—	65,0	0,41	1,1	10 kr alt
—	—	—	0,84	5,2	10 kr neu
—	—	—	—	7,4	20 kr alt
—	—	—	—	—	20 kr neu

Erwartungsgemäß ergeben sich für die Mittelwerte von Kontrolle, 10 kr „alt“ und 10 kr „neu“ untereinander an beiden Versuchstagen keine gesicherten Differenzen. Die Mittelwerte jeder dieser drei Behandlungsgruppen sind dagegen von den Mittelwerten der Gruppen 20 kr „alt“ und 20 kr „neu“ gesichert unterschieden, wenn eine Grenzwahrscheinlichkeit von  $p = 5\%$  angenommen wird. Eine Ausnahme bilden die Werte der Gruppe 20 kr „neu“ gegenüber 10 kr „neu“. Die Differenzen zwischen den Dosen 20 kr „alt“ und 20 kr „neu“ sind mit einem p-Wert von 7,4 % am 5. Versuchstage nicht mehr gesichert. Bei Fortführung des Versuches über einen längeren Zeitraum ist jedoch mit einer weiteren Zunahme der Differenzen zu rechnen.

Bei der obigen Versuchsanordnung konnten die Meßwerte nicht auf die absolute Trockensubstanz als Bezugsgröße verrechnet werden. Wir zogen daher in einer zweiten Versuchsreihe die erforderlichen Keimlinge in Petrischalen unter Dunkelheit bei 20° C an. Von diesem Material wurden dann täglich 50 Keimlinge in die Atmungsküvetten eingebracht und gemessen. Nach einer zweistündigen Meßzeit konnten dann täglich die absoluten Trockensubstanzen bestimmt werden. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zeigten die gleichen Tendenzen, wie sie in Abbildung 1 zum Ausdruck kommen. Es erübrigt sich daher eine nochmalige graphische Darstellung.

Aus den experimentellen Ergebnissen unserer Untersuchungen läßt sich zunächst einmal ableiten, daß eine Bestrahlung der ruhenden Samen keinen Einfluß auf die Atmungsintensität ( $\text{CO}_2$ -Ausscheidung) während der ersten Keimtage ausübt. Damit können die Ergebnisse von Mikaelson und Halvorsen (1953) bestätigt werden. Auch diese Autoren konnten keine unterschiedliche Atmung (gemessen an der  $\text{O}_2$ -Aufnahme) in den ersten Stadien des Keimverlaufs von bestrahlten und nicht bestrahlten Gerstensamen feststellen. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch Mikaelson et al. (1956) durch Untersuchungen an neutronenbestrahlten Gerstensamen.

Zum anderen kann festgestellt werden, daß es für die CO<sub>2</sub>-Ausscheidung der Samen während der Keimung nicht von Bedeutung ist, zu welchem Zeitpunkt der Lagerperiode die Bestrahlung erfolgte. Diese Feststellung gilt nur für die ersten drei Tage des Keimverlaufs. Erst am 4. und 5. Versuchstage lassen sich nach einer Bestrahlung von 20 kr Differenzen nachweisen, die durch einen unterschiedlichen Bestrahlungszeitpunkt während der Lagerung bedingt sind. Setzt man das Keimlingswachstum während des Versuchs mit der ausgeschiedenen CO<sub>2</sub>-Menge in Beziehung, so ist eine offensichtliche Parallele festzustellen. Auch hier kann während der ersten drei Keimtage keine Wachstumshemmung der bestrahlten und unterschiedlich gelagerten Samen untereinander und gegenüber der Kontrolle festgestellt werden. Erst nach längerer Dauer des Keimversuchs werden Differenzen deutlich (vgl. hierzu die Befunde von Wöhrmann und Mücke, 1959; Mücke und Wöhrmann, 1960). Es kann also nicht angenommen werden, daß das verminderte Keimlingswachstum der vor einer Lagerung im Vergleich zu den nach einer Lagerung bestrahlten Proben auf einer Schädigung des Atmungsmechanismus beruht, soweit dieser an der CO<sub>2</sub>-Ausscheidung zu erfassen ist. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die verminderte Atmung, die sich erst am 4. und 5. Versuchstage zeigte, nicht eine unmittelbare Ursache, sondern vielmehr eine Folge des geschädigten Wachstums ist.

### Zusammenfassung

Es wurde die CO<sub>2</sub>-Abgabe von röntgenbestrahlten Gerstensamen (10 und 20 kr), die vor der Bestrahlung („neu“) bzw. nach der Bestrahlung („alt“) 30 Monate lagerten, während der ersten 5 Tage des Keimverlaufs gemessen. In den ersten drei Tagen des Keimprozesses konnte keine unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Abgabe der Behandlungsgruppen festgestellt werden. Erst am 4. und 5. Keimtage ließen sich Differenzen zwischen der Kontrolle und den 10 kr-Gruppen einerseits und den 20 kr-Gruppen andererseits nachweisen. Durch Behandlung mit 20 kr und anschließender Lagerung der Samen wurde die CO<sub>2</sub>-Abgabe mehr vermindert als durch eine gleich lange Lagerung vor der Bestrahlung mit 20 kr. Da eine verminderte CO<sub>2</sub>-Abgabe nicht vor einer sichtbaren Wachstumshemmung der Keimlinge nachgewiesen werden konnte, ist eine Schädigung des Atmungssystems als Ursache für das verminderte Keimlingswachstum der nach Bestrahlung gelagerten Samen gegenüber den vor Bestrahlung gelagerten nicht anzunehmen.

Herrn Dr. A. Mücke bin ich für wertvolle Hilfe bei der Durchführung der Bestrahlungen zu Dank verpflichtet. Fräulein A. Wendorf danke ich für gewissenhafte Hilfe bei der Durchführung der Versuche.

### Literaturverzeichnis

1. Adams, J. D., R. A. Nilan and H. M. Gunthardt, After-effects of ionizing radiation in barley. I. Modification by storage of x-rayed seeds in oxygen and nitrogen. *Northwest Sci.* **29**, 101—108. 1955.



2. Adams, J. D., and R. A. Nilan, After-effects of ionizing radiation in barley. II. Modification by storage of x-irradiated seeds in different concentrations of oxygen. *Radiation Res.* **8**, 111—112. 1958.
3. Ehrenberg, L., The influence of post-radiation factors on effects produced in barley. *Radiobiol. Symposium*, London 1954.
4. Gustafsson, A., The x-ray resistance of dormant seeds in some agricultural plants. *Hereditas* **30**, 165—178. 1944.
5. Micke, A., und K. Wöhrmann, Zum Problem der Strahlenempfindlichkeit trockener Samen. *Atompraxis* **6**, 308—316. 1960.
6. Mikaelson, K., and H. Halvorsen, Experiments on the respiration of x-irradiated barley seeds. *Physiol. Plantarum* **6**, 873—879. 1953.
7. —, I. P. Bjørnseth and H. Halvorsen, Experiments on the respiration of barley seeds. I. Effects on growth and oxygen-uptake in barley seedlings of different varieties. *Physiol. Plantarum* **9**, 697—711. 1956.
8. Nilan, R. A., Post-radiation storage effects on chromosomes in barley seeds x-rayed at normally ineffectiv dosages. (Abstract), *Genetics* **40**, 588. 1955.
9. —, Radiation induced mutation research in the United States of America. *Eucarpia*, Zweiter Kongreß, Köln 1959, 36—47.
10. Scheibe, A., und H. Meyer zu Drewen, Vergleichende Untersuchungen zur Atmungsintensität der Wurzeln unterschiedlicher Genotypen bei Getreidearten. *Ztschr. Acker-, Pfl.bau* **108**, 223—252. 1959.
11. Stadler, L. J., Some genetic effects of x-rays in plants. *J. Heredity* **21**, 3—19. 1930.
12. Tascher, R. W., Experiments with x-ray treatments on the seeds of certain crop plants. Ph. D. Thesis, Univ. Missouri, 1929.
13. Weber, E., *Grundriß der biologischen Statistik*. Jena 1957.
14. Wöhrmann, K., und H. Meyer zu Drewen, Vergleichende Untersuchungen über die CO<sub>2</sub>-Aufnahme di- und tetraploider Pflanzen von *Trifolium incarnatum* in Abhängigkeit von Lichtintensität und Temperatur. *Züchter* **29**, 264—270. 1959.
15. —, und A. Micke, Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß einer Lagerzeit des trockenen Samenmaterials auf die Wirkung von Röntgenstrahlen. *Angew. Bot.* **33**, 196—206. 1959.

(Biologische Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Phytopathologie Aschersleben)

## Die wirtschaftliche Bedeutung pflanzlicher Virose\*)

Von

M. Klinkowski

Sinn und Zweck eines praktischen Pflanzenschutzes ist die Verhütung und Bekämpfung von Krankheitserregern verschiedenster systematischer Zugehörigkeit und von tierischen Schädlingen der Kulturpflanzen, ein gleiches gilt auch für die Gruppe der sog. nichtparasitären Schädigungen. Die Aufgabe umfaßt die Sicherung der Ernten, die Steigerung der pflanzlichen Erträge, die Verbesserung der Qualität und den Schutz vor Lagerungsverlusten. Der Erreichung dieses Zieles dienen die Pflanzenhgiene, die u. a. die optimalen Wachstumsbedingungen für die Pflanze zu schaffen und zu erhalten versucht, und die Pflanzentherapie, die sich mit der Bekämpfung der Krankheitserreger und Schädlinge sowie der Behandlung kranker Pflanzen befaßt. Der Pflanzenschutz ist demnach zum Unterschied vom Naturschutz eine reine wirtschaftliche Angelegenheit.

In früheren Zeiten hat man sich keine Rechenschaft über die in Frage kommenden Werte abgelegt, obwohl Pflanzenschutz schon vor zwei Jahrtausenden betrieben wurde. Es sind nicht nur einzelne sporadisch vorkommende Epidemien und Kalamitäten, die quantitativ und qualitativ große Schäden bedingen, sondern von mindestens gleicher Bedeutung sind die Schäden, mit denen wir alljährlich zu rechnen haben. Gerade letztere sind es, die den Spruch geprägt haben „Wir ernten nur, was die Schädlinge uns übrig lassen“. Ihre Verhütung und Abwehr liegt gleichermaßen im Interesse des jeweils Betroffenen wie auch der gesamten Volkswirtschaft. Die Ertragsverluste können die Volksernährung gefährden — ich erinnere hier nur an den berühmten „Kohlrübenwinter“ im Verlauf des 1. Weltkrieges, als der Erreger der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel (*Phytophthora infestans*) mehr als  $\frac{1}{3}$  der Kartoffelernte vernichtete und eine ernste Ernährungskrise heraufbeschwor. Auch weitere volkswirtschaftliche Auswirkungen der Ertragsausfälle auf den Verbraucher, auf das Transportwesen, auf die Verarbeitungsindustrie u. a. können gegeben sein.

Es ist überaus schwierig für alle bisher genannten Tatbestände eindeutige und beweiskräftige Zahlen anzuführen. Sie werden nur ausnahmsweise auf einer Grundlage ermittelt, die einer Kritik standzuhalten vermag. In der Regel handelt es sich um empirisch gewonnene Erfahrungswerte oder um bloße Schätzungen, die mit erheblichen Fehlern behaftet sein können. Sie wollen daher auch nicht erwarten, daß meine Ausführungen in allen Einzelheiten wirklich überzeugend sein werden, wenngleich ich mich bemühen will, Zahlenwerte in den

\*) Sammelreferate über Teilgebiete der angewandten Botanik: III (Vortrag auf der Botanikertagung in Köln 1960).

Vordergrund meiner Betrachtungen zu stellen. Lassen wir zunächst noch eine Darstellung folgen, wie sie Morstatt (1948) für Deutschland veröffentlicht hat. Er gibt an, daß nach allgemeiner Auffassung die durchschnittlichen jährlichen Ernteverluste eine Ertragsminderung von ca. 30% der möglichen Ernte zur Folge haben, wobei  $\frac{2}{3}$  auf klimatisch bedingte Schäden und der Rest auf Krankheitserreger und Schädlinge entfallen. Nach vorhandenen, wenngleich in ihrem Aussagewert oft zweifelhaften Unterlagen ergab eine für Deutschland angestellte Berechnung, daß bei Getreide, Hackfrüchten, Gemüse, Obst und Wein alljährlich durchschnittlich 10,8% durch Krankheitserreger und 7,8% durch tierische Schädlinge vernichtet werden. Legt man nur einen Gesamtwert von 15% zugrunde und beziffert den Wert der pflanzlichen Produktion auf 13 Milliarden Mark, so errechnet sich ein Verlust von 2 Milliarden Mark. Dies möge zur allgemeinen Charakterisierung genügen und so wollen wir zur Beantwortung der eigentlichen Frage kommen, welche wirtschaftliche Bedeutung den pflanzlichen Virose zukommt.

Wir kennen zur Zeit keine Gruppe von Krankheitserregern im Pflanzenreich, die eine gleich starke progressive Tendenz erkennen läßt. Die Zahl der Viruskrankheiten ist in steter Zunahme begriffen und damit steigt gleichzeitig auch ihre wirtschaftliche Bedeutung, die heute größer ist, als die der durch Bakterien bedingten Pflanzenkrankheiten. Lassen sie mich noch einmal kurz die Problematik streifen. Genaue Angaben über die Höhe der durch Virose bedingten Verluste sind schwierig, da ein wirklich befriedigender Standard in den meisten Fällen für die Beurteilung fehlt und wir oft nur auf Schätzungen angewiesen sind. Verluste bei einjährigen Pflanzen dürfen nicht nur auf der Grundlage des Prozentsatzes der erkrankten Pflanzen (Befallsziffer) bewertet werden, sondern hierbei muß auch der Zeitpunkt der Infektion berücksichtigt werden, da bei Frühinfektionen die Verluste höher zu sein pflegen und bei Spätinfektionen im Anbaujahr überhaupt nicht in Erscheinung zu treten brauchen. Er müssen daher sowohl der Prozentsatz der Infektionen sowie deren Stärke in Betracht gezogen werden. Andererseits sind bei bestimmten Pflanzen, so z. B. bei der Kartoffel, auch Spätinfektionen wirtschaftlich bedeutungsvoll, weil hier das Virus auf die Nachkommenschaft übertragen wird und in der darauffolgenden Anbauperiode Verluste bedingt.

Betrachten wir zunächst einige Beispiele aus dem Obstbau. Die erste beim Pfirsich bekannt gewordene Virose ist die Vergilbung des Pfirsichs (Peach yellows). Früchte infizierter Pfirsichbäume reifen vorzeitig, sie sind von geringerer Qualität und schmecken bitter. Die Zweige kranker Bäume sind vielfach weidenartig, ihre Blätter sind schmal, klein und gelb verfärbt. Das Absterben setzt an der Spitze der älteren Zweige ein und im Verlauf von 2–6 Jahren ist der Baum in seiner Gesamtheit vernichtet, lediglich bei Infektion durch schwach virulente Virusstämme ist bei guten Kulturbedingungen eine längere Lebensdauer möglich. In unregelmäßig wiederkehrenden Zwischenräumen kam es in den USA immer wieder zu schweren Verlusten, die die Ver-

nichtung ganzer Pfirsichplantagen zur Folge hatten. Derartige Kalamitäten sind aus den Jahren 1791, 1806–1807, 1817–1821, 1845–1858, 1874–1878, 1886–1888 und aus dem Jahre 1920 bekannt. Jahren des akuten Krankheitsbefalles folgten jeweils Perioden relativer Ruhe (Kunkel, Blake und Manns—1951). Aus einzelnen Anbaugebieten werden vor der Jahrhundertwende Verluste von 8–88% gemeldet. Im Gebiet von Berrien County im Staate Michigan betrug im Jahre 1874 die Zahl der Pfirsichbäume 654 000, im Jahre 1890 waren hiervon nur noch 42 863 Bäume am Leben. In einem weiteren Gebiet in Botecourt County im Staate Virginia wurden 1890 130 000 Bäume gezählt, von denen im Jahre 1908 nur noch 30 000 vorhanden waren.

Im Jahre 1885 wurde im Staate Georgia (USA) eine Krankheit entdeckt, die wir heute als progressive Zwergwüchsigkeit des Pfirsichs (Phony peach) bezeichnen und die zunächst als eine Kuriosität angesehen wurde. 30 Jahre später waren in einem begrenzten Gebiet Tausende von Bäumen erkrankt. Die Symptome sind am sinnfälligsten, wenn die Bäume voll belaubt sind. Durch die Verkürzung der Internodien und reiche Seitentriebentwicklung entsteht ein kompakter dichter Wuchs, mit luxurierendem dunkelgrünem Laub. Der ganze Baum erscheint in den Konturen rundlich. Mit Fortschreiten der Erkrankung wird das Holz brüchig, die terminalen Zweige sterben ab. Erkrankte Bäume können jahrelang lebensfähig bleiben, liefern jedoch nur Früchte minderer Qualität (Hutchins, Cochran und Turner—1951). Im Jahre 1928 wurde die viröse Natur der Zwergwüchsigkeit bewiesen. Die wirtschaftliche Bedeutung der Krankheit geht daraus hervor, daß allein im Staate Georgia rund eine Million Bäume dieser Krankheit zum Opfer gefallen sind. Nach Berichten des United States Department of Agriculture sind bisher insgesamt 2,6 Millionen Bäume vernichtet worden, was einem Wert von 75 Millionen Dollar entspricht. Die Entfernung erkrankter Bäume ist seit den Jahren 1929 bzw. 1934 durch Quarantänebestimmungen geregelt. Bei Baumschulen müssen im Umkreis von 1½ km alle erkrankten Bäume bis zum 30. Juni vernichtet werden. Diese und andere Maßnahmen haben dazu geführt, daß die Krankheit in vielen früheren Befallsgebieten seit 1944 nicht mehr aufgetreten ist, in anderen die Befallshäufigkeit wesentlich geringer wurde.

Ist es in der Neuen Welt der Pfirsich, der schwere Tribute zu entrichten hat, so sind es in Europa andere Vertreter des Steinobstes, die erheblich durch Viroten in ihrer Existenz bedroht sind. Als ein derartiges Beispiel sei die Pfeffinger Krankheit der Süßkirsche genannt (Blumer und Geering—1950). In den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts trat in der Schweiz in Baselland eine zunächst rätselhafte Krankheit an Kirschbäumen auf, die mehrfach untersucht wurde, bis im Jahre 1950 ihre Virusnatur eindeutig geklärt wurde. Es mögen einige Zahlen für den Ort Pfeffingen selbst genannt sein. Die vor einigen Jahrzehnten noch ausgedehnten Kirschenwälder um Pfeffingen sind heute wenigen, meist kranken Bäumen gewichen. Im Jahre 1936 wurden von insgesamt 4000 Süßkirschenbäumen 18% als krank registriert, obwohl in den vorausge-



gangenen 10 Jahren bereits 1000 Bäume gefällt worden waren. Von 1000 im gleichen Jahr aufgepflanzten gesunden Jungbäumen waren 10 Jahre später bereits wieder 50% infiziert. Erkrankte Bäume fallen durch ihr schwaches Triebwachstum auf, oft entstehen nur einzelne Blattbüschel am Ende der Triebe. Die Blätter sind anfänglich von normaler Größe, später entwickelte bleiben klein, schmal und scharf gezähnt, oft mit olivgrüner bis gelber Fleckenbildung. Auf der Unterseite der kleinen scharfgezähnten Blätter entstehen längs der Blattadern Aufwölbungen der Epidermis bzw. Enationen in Form größerer absteher Auswüchse. Die Hauptader des Blattes ist in einzelne Stränge aufgelöst, die Seitenadern sind oft verkrümmt. Die Früchte reifen später und nicht gleichzeitig aus. In fortgeschrittenen Krankheitsstadien kommt es zu Gummi- fluß und Absterbeerscheinungen. Von Pfeffingen ausgehend ist die Pfeffinger Krankheit heute in Dänemark („Smalle Blade hos kirsebaer“), Deutschland (hier auch gelegentlich als „Rosettenkrankheit“ bezeichnet), Frankreich, Holland („Eckelrader ziekte“), Italien und Norwegen bekannt und verbreitet.

Ähnliche Verhältnisse bestehen auch für die sog. Stecklenberger Krankheit der Sauerkirsche, die erstmalig 1955 für Mitteldeutschland beschrieben worden ist (Baumann und Klinkowski — 1955). Anfänglich in der Praxis häufig auf Frostschäden oder auf Unverträglichkeit mit der Unterlage zurückgeführt, ist heute der Nachweis einer Virusinfektion sicher erbracht. Ältere Bäume zeigen in fortgeschrittenen Krankheitsstadien eine charakteristische Hemmung des Triebwachstums. An den gestauchten Trieben sind Rosetten kleiner, schmaler Blätter zu beobachten, die lederartig verdickt sind und oberseits einen fettartigen Glanz aufweisen. Auf den Blattspreiten der ältesten Blätter treten häufig ringförmig gestaltete braune oder rotbraune Nekrosen auf, die später ausbrechen können (Schrotschußeffekt). Auch hier ist das Auftreten von Enationen auf der Blattunterseite charakteristisch. Am stärksten leidet die Sorte „Schattenmorelle“ unter der Erkrankung. Heute ist das Vorkommen dieser Sauerkirschenvirose auch für Holland, die Tschechoslowakei und Ungarn erwiesen. Es ist hier mit einem jährlichen Absterben erkrankter Bäume bis zu 50% zu rechnen. Die Untersuchungen meiner früheren Mitarbeiterin (Gisela Baumann (1959) lassen erkennen, daß es in Mitteldeutschland kaum eine Sauerkirschenplantage gibt, die nicht in mehr oder minder hohem Maße durch das Virus der Stecklenberger Krankheit verseucht ist. Vermutlich ist der Prozentsatz der tatsächlich erkrankten Pflanzen noch höher, da bei den statistischen Erhebungen nur zwischen „erkennbar krank“ und „gesund“ unterschieden wurde und dabei sog. latente Träger nicht erfaßt wurden.

Von besonderer Eindringlichkeit ist in Bulgarien und Jugoslawien der Tribut, den die Pflaume der Sharka-Krankheit — auch Pockenkrankheit oder Plum pox genannt — zollen muß. Die Krankheit tritt auch in Ungarn und in der Tschechoslowakei auf und wurde neuerdings in England und in Deutschland nachgewiesen. Die Krankheit wurde erstmalig 1915/16 in Mazedonien an Zwetschenbäumen beobachtet und

Tabelle I. Verbreitung der Stecklingskrankheit in Sauerkirschenanlagen  
(nach Baumann — 1959)

Anlage	Sorte	Prunus- Unterlage	Standjahre	Anzahl der untersuchten Bäume	Kranke Bäume insgesamt	in % der unter- suchten Bäume
<b>Altmark</b>						
Arneburg	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	3	195	0	0
Stendal	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	4	196	3	1,5
Perleberg	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	6	89	26	29,2
Stendal	2 „Schattenmorelle“	mahaleb	14	109	39	35,8
Stendal	3 „Diemitzer Amarelle“	mahaleb	14	86	32	37,2
Stendal	4 „Schattenmorelle“	mahaleb	14	198	114	57,6
Arneburg	2 „Schattenmorelle“	mahaleb	ca. 15	96	13	13,5
Perleberg	2 „Schattenmorelle“	avium	15	45	15	33,3
Perleberg	3 „Diemitzer Amarelle“	mahaleb	17	52	47	90,4
Perleberg	4 „Schattenmorelle“	mahaleb	19	37	15	40,5
Arneburg	3 „Schattenmorelle“	mahaleb	22	200	55	27,5
Stendal	5 „Schattenmorelle“	mahaleb	27	215	101	46,9
<b>Thüringen u. Sachsen</b>						
Poschwitz	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	3	108	7	6,5
Engelsdorf	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	6	60	1	1,7
Weinböhla	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	14	90	49	54,4
Weinböhla	2 „Schattenmorelle“	mahaleb	15	87	52	59,8
Dürreweitzschen	1 „Schattenmorelle“	mahaleb u. avium	17	20	16	80
Dürreweitzschen	2 „Schattenmorelle“	avium	17	56	36	64,3
Niederstrieß	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	17	61	13	21,3
Leisnig	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	19	113	58	51,3
Waltersdorf	1 „Schattenmorelle“	avium	19	184	111	60,3
Dürreweitzschen	3 „Schattenmorelle“	avium	23	66	34	51,5
Engelsdorf	2 „Schattenmorelle“	mahaleb	23	49	24	48,9
Leisnig	2 „Schattenmorelle“	avium	40	90	53	58,9
<b>Börde u. Harzrand</b>						
Ottersleben	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	8	125	75	60
Giersleben	2 „Schattenmorelle“	mahaleb	9	164	109	66,4
Ottersleben	3 „Schattenmorelle“	avium	11	180	13	7,2
Ottersleben	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	15	199	31	15,6
Stecklenberg	1 „Schattenmorelle“	mahaleb	16	284	262	92,2
Neinstedt	2 „Schattenmorelle“	mahaleb	16	232	191	82,3
Stecklenberg	2 „Schattenmorelle“	mahaleb	18	289	272	94,1

1932 eingehend beschrieben (Christoff — 1958). Von dieser Krankheit werden in erster Linie die Früchte in Mitleidenschaft gezogen. Sie fallen vor der Reife in großen Mengen ab oder werden notreif und sind damit wertlos. Die Früchte sind von tiefen und breiten Rissen durchzogen, das Fruchtfleisch ist gummiartig, von bräunlich-roter Färbung und für den Frischverzehr ungenießbar, sie sind auch unbrauchbar für Trocknung, Marmeladenherstellung und Brennereiverarbeitung. Das Lebensalter und die Entwicklung der Bäume, ebenso wie Blüte und Fruchtansatz werden nicht beeinträchtigt. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Virose in Südosteuropa ist außerordentlich groß. In Westbulgarien sind Hunderttausende, in Jugoslawien sogar 16 Millionen Bäume — was ungefähr der Hälfte des Bestandes entspricht — virusinfiziert und werden allmählich ausgerottet. Auch unter deutschen Verhältnissen — das Befallsgebiet erstreckt sich auf den Raum um Worms — besteht kein Zweifel an der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Virose. In einer neun-jährigen Anlage wurden von Schuch (1959) bei 100 infizierten Bäumen der Hauszetsche Erhebungen über den Fruchtfall angestellt. Die gut entwickelten und seit einigen Jahren im Ertrag stehenden Bäume enttäuschten Jahr für Jahr durch massenweisen Frucht-

Tabelle 2. Fruchtfall bei pockenkranken Hauszetschen;  
Pfledersheim bei Worms 1958  
(nach Schuch — 1959)

Baum-Nr.	Häufigkeit der Blatt-symptome	Abgefallene Früchte in % des Behanges Mitte Juli	% - Anteil der abgefallenen Früchte mit Sarka-Symptomen	Am 5. 9. gepflückte Früchte		
				kg	Anzahl in % des Behanges Mitte Juli	Qualität
1	+	15	53	60,9	85	A
2	+	19	81	85,3	81	A
3	?	27	79	55,9	73	A
4	+ +	39	88	46,8	61	B
5	+	42	81	12,5	58	A
6	+	44	89	30,7	56	B
7	+	44	80	36,2	56	A
8	+ +	50	96	23,9	50	B
9	+	66	92	18,1	34	B
10	+ +	69	91	31,2	31	Ausfall
11	+ + +	77	95	23,4	23	B
12	+	83	99	10,7	17	B
13	+ + +	84	90	8,5	16	A
14	+ + +	89	98	4,2	11	A
15	+ + +	95	98	1,9	5	Ausfall
16	+ + +	100 (= 11,5 kg)	89	0	0	—
17	+ + +	100 (= 8,8 kg)	99	0	0	—

450,2 = 45 %

fall vor der Reife. Die Tabelle 2 kennzeichnet die Verhältnisse für 17 Bäume dieser Anlage. Die abgefallenen Früchte wurden in Abständen von 8 Tagen aufgelesen, gezählt und auf Virussympptome untersucht. Das Erntegut wurde gewogen, auf Stückzahl umgerechnet und in der Qualität bewertet. 55% der Früchte, die Mitte Juli als Behang vorhanden waren, fielen vor der Reife ab. Die gepflückten Früchte waren zu einem erheblichen Teil minderwertig. Da die abgefallenen Früchte in hohen Prozentsätzen die typischen Symptome der Virose aufwiesen, kommt nur diese als Ursache für den massenhaften Fruchtfall in Betracht.

Das **Zuckerrohrmosaik**, erstmalig 1892 beschrieben, im Jahre 1920 als Virose nachgewiesen, hat sich in einem unverhältnismäßig kurzen Zeitraum über alle Anbauggebiete dieser Nutzpflanze ausgebreitet und wurde damit die Gramineenvirose mit dem größten Verbreitungsareal. Charakteristisch sind in ihren Umrissen nahezu ovale, stets parallel zur Mittelrippe verlaufende Fleckenbildungen auf der Blattspreite, gelegentlich tritt auch eine Blattscheckung auf. Ebenso kann der Stengel gescheckt oder marmoriert sein, in anderen Fällen stirbt das Stengelgewebe an den verfärbten Stellen ab, wird nekrotisch und dann als „Canker-Stadium“ bezeichnet. Im ersten Jahr der Erkrankung kommt es nicht zu nennenswerten Schäden, ernstere Formen nimmt die Krankheit im folgenden Jahr an und insbesondere bei Pflanzen, die sich aus erkrankten Stecklingen entwickelt haben. Es seien hier Versuchsergebnisse mitgeteilt, die Earle (1928) veröffentlicht hat (s. Tab. 3). Ähn-

Tabelle 3. Anbau von Zuckerrohr auf benachbarten Feldstücken  
(Versuchsstation Kuba; nach Earle - 1928)

Anbaujahr	Ernte von		Differenz	Verlust in %
	mosaikkrankem Pflanzgut	gesundem Pflanzgut		
1925 (1. Nutzungsjahr)	4 509,5	12 173,5	7 554,0	61
1926 (2. Nutzungsjahr)	1 322,1	8 321,75	6 999,5	84

liche Verluste traten auch in anderen Anbaugebieten des Zuckerrohrs auf und waren so bedeutsam, daß es eine Zeitlang schien, als ob die Kultur des Zuckerrohrs zum Erliegen kommen sollte. Das Zuckerrohrmosaik hat fast überall die alteingebürgerten Sorten zugrunde gerichtet und nur der Übergang auf hochtolerante Sorten hat hier einen Ruin verhüten können. Die ersten grundlegenden Züchtungen dieser Art wurden an der Proefstation Oost Java durchgeführt und die Sorten entsprechend als P. O. J. — Sorten bezeichnet. In den Südstaaten der USA sind heute vielfach an ihre Stelle die Co-Sorten (Coimbatore/Indien) und die CP-Sorten (Cana Point/Florida) getreten (Klinkowski — 1954).

Auswirkungen von internationaler Bedeutung hat die **Afrikanische Sproßschwellenkrankheit des Kakaos** (Swollen shoot) gehabt. Diese Virose wurde im Jahre 1936 in der öst-



lichsten Provinz der Goldküste — dem heutigen Ghana — dem intensivsten Kakaoanbaugebiet der Welt, festgestellt (P o s n e t t e — 1947). Nach Blattsymptomen verschiedenster Art, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, treten Anschwellungen an Zweigen, Haupt- und Seitenwurzeln auf, besonders deutlich pflügen sie an Stammschößlingen zu sein. Die Schwellungen können nodal und internodal sein, sie sind auf lokalisiertes Wachstum im Xylem und Xylemparenchym zurückzuführen. Mit den Schwellungen ist ein gleichzeitig einsetzendes Absterben des apikalen Vegetationspunktes verbunden. Mit dem Auftreten dieser Virose war ein starker Produktionsrückgang verbunden, der sich auf die Preise aller Kakaoerzeugnisse auswirkte. Einer Ernte von 116 000 t im Jahre 1936/37 stand eine solche von 64 000 t im Jahre 1945/46 gegenüber. Dieser Verlust entspricht einem Wert von 2 Millionen englischen Pfund, wovon mehr als die Hälfte dieser Virose zur Last zu legen ist. Die Geschichte des sterbenden Kakaos ist sicher die Geschichte der Sproßschwellungskrankheit. Im Gebiet der Goldküste wurden bis Juni 1955 in 92 321 Anpflanzungen über 40 Millionen Bäume ausgehauen, davon allein im Jahre 1955 mehr als 1 Million.

Wir wollen uns jetzt einem Beispiel zuwenden, das unser eigenes Vaterland betrifft und auch gerade für den hiesigen Raum Bedeutung beansprucht. Der europäische Zuckerrübenanbau steht seit nunmehr fast drei Jahrzehnten vor der Notwendigkeit, sich stärker für das Problem der Rübenvirosen zu interessieren als dies bisher der Fall gewesen war. Man hatte sich daran gewöhnt, daß in den Feldern der Fabrikrüben und der Rübensamenträger das Rübenmosaik in wechselnden Prozentsätzen anzutreffen ist, und maß dieser Tatsache nur eine unerhebliche Bedeutung zu, obwohl bekannt war, daß z. B. in Dänemark vor rund 20 Jahren die durch das Rübenmosaik entstehenden Verluste im Futterrübensamenbau auf 30—50% beziffert wurden. Inzwischen sehen wir uns einer neuen Situation gegenüber, die durch eine rasche Ausbreitung einer Virose, von Westeuropa ihren Ausgang nehmend, gekennzeichnet wird, von der wir heute wissen, daß sie inzwischen bis in die Innere Mongolei vorgedrungen ist. Ursprünglich in den dreißiger Jahren in England festgestellt, wurden die gleichen Krankheitserscheinungen bald danach auch in Frankreich und in Belgien beobachtet. Der Holländer Q u a n j e r (1934, 1936) konnte den Beweis für die Virusnatur dieser Krankheit erbringen, die man bis dahin für Trockenheitsschäden bzw. eine Folge von Anbau- oder Düngungsfehlern gehalten hatte. Wenige Jahre vor dem 2. Weltkriege war diese als R ü b e n v e r g i l b u n g bezeichnete Virose auch im Rheinland und in Westfalen nachweisbar, ohne daß man zunächst jedoch ihren Charakter als gefährliche Virose erkannte. Anfänglich trat die Krankheit in Deutschland in wechselnder Stärke auf. In den Jahren 1947 und 1949 erfolgte ein epidemisches Auftreten, das schwere wirtschaftliche Verluste im Zuckerrübenbau zur Folge hatte. Heute ist die Krankheit zu einem Gegenstand steter Besorgnis geworden. Erkrankte Rüben bleiben nicht nur gewichtsmäßig (bis zu 50 %), sondern auch in ihrer Zuckerproduktion erheblich hinter den sonst üblichen Erträgen zurück. Der Zuckergehalt sinkt um

1–2 %. Auch das Zuckerrübenblatt — ein wichtiges Futtermittel — ist durch den stark verminderten Eiweißgehalt entwertet. Wir glauben heute zu wissen, daß das in Frage kommende Virus von toleranten Wildrübenpflanzen in England auf die nichttoleranten mitteleuropäischen Futter- und Zuckerrüben übergegangen ist (Schlösser — 1953). Die Krankheitssymptome sind dadurch gekennzeichnet, daß anfänglich auf den Blättern mittleren Alters helle, unscharf begrenzte Flecke auftreten. Diese werden später gelb und schließlich tabakbraun, nachdem die verfärbten Teile der Blattspreite schnell größer geworden sind. Das noch unverfärbte Blatt ist oft stark glänzend und das Blattgewebe zwischen den Nerven verdickt. Gelegentlich treten punktförmige braune Nekrosen auf. Bei Frühinfektion sind die älteren Blätter leuchtend gelb gefärbt und spröde. Bei Eintritt heißer Witterung bleiben die Blätter kranker Pflanzen turgeszent, bei längerer Dauer vertrocknen sie vorzeitig. Die Symptome dieser Rübenvirose ähneln dem Symptom des Magnesiummangels und können daher leicht hiermit verwechselt werden.

In der Zuckerfabrik Elsdorf/Rhld. ist seit einer Reihe von Jahren eine Forschungsstelle eingerichtet worden, die sich mit der Erforschung der Rübenvergilbung und der Möglichkeiten der Verhütung der durch diese Krankheit verursachten Schäden eingehender befaßt. Bei der Frage der Erörterung der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Virose beziehe ich mich im wesentlichen auf Versuchsergebnisse, die an dieser Außenstelle des Instituts für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erarbeitet worden sind. Koppelberg und Steudel (1956 a und b) führten Bekämpfungsversuche der hier in Frage kommenden Vektoren unter Einsatz des systemischen Insektizides Systox durch. Das Ergebnis dieser Versuche im Jahre 1954 läßt deutlich erkennen, welche Mehrerträge zu erreichen sind und in welcher Form sich der geringere Krankheitsbesatz in Form der Rübenvergilbung, wirtschaftlich gesehen, auswirkt (Tab. 4). Die tabellarische Übersicht zeigt, welche Mehrerträge durch weitgehende Infektionsreduktion der Rüben zu erzielen sind. Ich will hier nicht auf die Einzelheiten der Berechnung eingehen, die den entsprechenden Veröffentlichungen zu entnehmen sind. Die Aufstellung läßt klar erkennen, daß auf den Versuchsflächen wesentliche Mehrerträge erzielt werden konnten. Die Zahlen dieser Tabelle gelten nur für einen Teil der im Rheinland insgesamt behandelten Fläche. Rechnet man diese Zahlen auf die gesamte behandelte Fläche, die ca. 14 369 ha = ca. 37,5 % der gesamten Anbaufläche beträgt, um, so ergeben sich dann folgende Mehrerträge:

reine Rüben in dt	448 497
Zuckerwert in dt	70 985
Geldwert in DM rund	3 145 900

Diese Zahlen gelten nur für diejenigen Anbauflächen, die einer zweimaligen Systoxbehandlung unterworfen waren, sie schließen also nicht die Mehrerträge der nur einmal behandelten Flächen ein, so daß als

Tabelle 4. Rentabilität der Systox-Aktion 1954  
(nach Koppelberg und Steudel — 1956)

Kreis	Rohmehrertrag je Kreis durch Spritzung/DM
Kleve	14 809,24
Rees-Dinslaken	15 732,95
Geldern	29 213,74
Moers	21 540,77
Düsseldorf-D.-Mettmann	38 705,48
Kempfen-Krefeld	149 693,36
Grevenbroich, M.-Gladbach, Neuß	598 950,30
Erkelenz-Geilenkirchen	114 682,46
Rhein-Wupper	31 963,28
Köln	87 556,70
Bergheim	91 255,12
Düren-Euskirchen, Bonn	32 796,92

Sa. 1 226 900,32

wirkliches Ergebnis die genannten Zahlen noch eine nicht unbeträchtliche Erhöhung erfahren würden.

Von Herrn Dr. Steudel, dem ich an dieser Stelle dafür danken möchte, habe ich noch eine weitere Übersicht über bisher unveröffentlichte Ergebnisse von Versuchen bekommen, die sich über eine Dauer von neun Jahren erstreckten und damit auch den Einwand gegenstandslos machen können, daß einjährige Versuchsergebnisse keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben können. Die Zeitspanne von neun Jahren umfaßt so unterschiedliche Glieder, z. B. im Hinblick auf den Witterungsverlauf während der Vegetationsperiode, daß diesen Ergebnissen wirkliche Bedeutung zukommen dürfte. Wir ersehen aus der Zusammenstellung in Tabelle 5, daß mit einer einzigen Ausnahme positive Ergebnisse zu

Tabelle 5. Durch ein- bis zweimalige Blattlausspritzung vermeidbare Schäden  
in den Jahren 1951—1959  
(nach Steudel — unveröffentlicht)

Jahr	Rüben dz/ha				Polarisation			Zucker dz/ha			
	Kon- trolle	Be- handelt	Differenz abs.	rel.	Kon- trolle	Be- handelt	Differenz rel.	Kon- trolle	Be- handelt	Differenz abs.	rel.
1951	357,2	398,1	40,9	11,5	15,64	15,75	0,11	55,87	62,70	6,83	12,2
1952	442,2	489,2	47,0	10,6	15,07	15,49	0,42	66,64	75,78	9,14	13,7
1953	446,2	475,0	28,8	6,5	15,98	16,36	0,38	71,30	77,71	6,41	9,0
1954	428,2	442,9	14,7	3,4	15,63	15,76	0,08	67,14	69,80	2,66	4,0
1955	450,6	455,6	5,0	1,1	16,19	16,11	— 0,08	72,95	73,40	0,45	0,6
1956	382,7	397,6	14,9	3,9	14,47	14,63	0,16	55,38	58,17	2,79	5,0
1957	466,2	517,5	51,3	11,0	15,03	15,33	0,30	70,07	79,33	9,26	13,2
1958	498,8	509,2	10,4	2,1	15,61	15,66	0,05	77,86	79,74	1,88	2,4
1959	308,1	349,2	41,1	13,3	16,10	16,29	0,19	49,60	56,89	7,29	14,7
1951—1959	420,0	448,3	28,3	6,7	15,53	15,71	0,18	65,20	70,39	5,19	8,3

verzeichnen sind. Wir erkennen deutlich die Streuung der einzelnen Jahre, wir erkennen mit gleicher Deutlichkeit, daß bei konsequenter Durchführung der Insektizidaktion durch Reduktion des Virusbefalles ein beachtlicher volkswirtschaftlicher Nutzen zu erzielen ist.

Wenden wir uns noch einem letzten Beispiel zu, das weit über den deutschen Rahmen hinaus Beachtung beanspruchen kann. Der Kartoffelbau in vielen Ländern Europas und anderer Kontinente hat alljährlich den Viren seinen Tribut zu zollen. Lassen wir zunächst einige Angaben folgen, die der Literatur zu entnehmen sind (K l i n k o w s k i — 1958). In Deutschland werden die Verluste, die der Kartoffelbau durch Viren erleidet, durchschnittlich auf ein Sechstel der Gesamternte beziffert. Für die Deutsche Bundesrepublik wird heute ein jährlicher Ertragsausfall in Höhe von mindestens 100 Millionen Mark angenommen. In England beträgt der jährliche Aufwand für den Bezug hochwertigen Pflanzgutes in den sog. Abbaugebieten 5 Millionen englische Pfund. Der relativ harmlosen Kartoffelvirose, der durch das X-Virus bedingten Mosaikkrankheit, werden in England 10 % Ertragsausfall zur Last gelegt, was einer Menge von 200 000 t pro Jahr entspricht. In anderen kartoffelbauenden Ländern dürfte mit gleichen Relationen zu rechnen sein. Bei der Kartoffel muß man im Zusammenhang mit dieser Frage noch die bedeutenden Transportkosten berücksichtigen, die der Volkswirtschaft durch die Versorgung mit gesundem Pflanzgut aus den sog. Gesundheitslagen in die Bedarfsgebiete, d. h. die Abbaulagen, entstehen.

Während die bisherigen Beispiele sich auf einzelne Viren bzw. Viren bezogen, handelt es sich bei der Kartoffel im vorliegenden Fall um ein komplexes Problem, das man, wenngleich auch nicht sehr glücklich, unter dem Gesamtbegriff „Kartoffelabbau“ zusammenzufassen pflegt. Wir verstehen hierunter eine Reihe verschiedener Viren, die einzeln oder in wechselnden Kombinationen einen Leistungsverfall der Kartoffel bedingen. Diese Einzelkomponenten können von Land zu Land bzw. von Kontinent zu Kontinent andere sein, ohne damit jedoch wesentlich das Gesamtbild, im Hinblick auf die Frage des Leistungsverfalles, zu beeinflussen. Unter deutschen Verhältnissen sind es vornehmlich die Gruppe der sog. Mosaikviren, zu denen das X-Virus, das A-Virus, das Y-Virus und das S-Virus gehören, sowie das Virus der Blattrollkrankheit. Weitere Komponenten sind im Vergleich hierzu von geringerer Bedeutung. In diesem Zusammenhang will ich darauf verzichten, eine ins einzelne gehende Charakterisierung der genannten Viren zu geben. Es steht mir eine Fülle von Zahlenmaterial aus beiden Teilen Deutschlands zur Verfügung, das in seinen Einzelheiten in erster Linie den Fachmann interessiert und auf dessen Wiedergabe daher hier verzichtet werden soll. Ich möchte lediglich auf zwei Aufstellungen verweisen, die mir geeignet erscheinen, die wirtschaftliche Bedeutung des sog. Kartoffelabbaues durch konkrete Zahlen zu belegen. Unlängst hat K l a p p (1959) über langjährige Untersuchungen zur Nachprüfung des deutschen Kartoffel-Sortiments berichtet. Die Tabelle 6 läßt erkennen, daß in typischen Abbaugebieten — die Versuche wurden auf der Versuchsstation Dikopshof durchgeführt — im ersten Nachbau eine Ertragsminderung im Durchschnitt



Tabelle 6. Überprüfung des deutschen Kartoffel-Sortiments  
(nach Klapp — 1959)

Sorte	Nachbauerträge (Hochzuchtertrag = 100)			Prozentsatz kranker Stauden		
	Zahl	1. Nachb.	2. Nachb.	Hochz.	1. Nachb.	2. Nachb.
frühe	12	68,2	39,8	7,9	53,2	82,2
mittelfrühe	21	77,4	56,8	3,6	49,6	76,8
späte	15	74,8	59,6	6,2	46,6	69,4
sonstige	69	77,2	53,1	8,1	45,6	73,1
Ø		76,0	54,9	6,7	46,9	74,9

aller Sorten von 24 % zu verzeichnen ist, die sich im zweiten Nachbau auf 45,1 % steigert. Die Angaben über den Prozentsatz kranker Stauden, wobei hierunter im wesentlichen virusinfizierte Stauden zu verstehen sind, lassen deutlich erkennen, daß sinnfällige Beziehungen zwischen dem Leistungsabfall und der Virusinfektion bestehen. Es braucht hier sicherlich nicht näher ausgeführt zu werden, daß Ertragsminderungen, die in der Größenordnung von 25 bzw. 50 % gelegen sind, erhebliche wirtschaftliche Bedeutung und Nachwirkung haben. Die tabellarische Übersicht weist auch auf einen bedenklichen Umstand hin. In der Spalte Hochzucht sind Prozentsätze kranker Stauden vermerkt, die in dieser Höhe oder eigentlich überhaupt nicht in Erscheinung treten sollten. Wir können ihr Zustandekommen in verschiedenartiger Weise deuten, wobei wir auf die einzelnen Erklärungsmöglichkeiten hier nicht näher eingehen wollen.

Das Problem der Kartoffelvirosen ist nicht nur von Bedeutung für den Konsumkartoffelanbau, wenngleich hier, in Anbetracht der Anbaufläche, wirtschaftlich gesehen, der eigentliche Schwerpunkt liegt. Entscheidende Bedeutung kommt andererseits dem Pflanzkartoffelbau zu, da die Qualität der Pflanzkartoffel, ihr Pflanzgutwert, für die weitere potentielle Leistungsfähigkeit entscheidende Voraussetzung ist. Es soll hier nicht erörtert werden, in welchem Maße dies in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern gelungen ist, sondern wir wollen nur das ehrliche Bemühen erkennen, das sich in den Zahlen aberkannter Vermehrungsflächen widerspiegelt (Tab. 7). Auch über die Problematik der Feldanerkennung der Kartoffel wäre sicherlich einiges zu bemerken, jedoch liegt dies hier am Rande des behandelten Themas.

Damit bin ich zum Abschluß gelangt, wobei ich mir darüber im klaren bin, daß ich Ihnen sicherlich nur eine Vorstellung vermitteln konnte, da viele Angaben der Eindeutigkeit entbehren, die der Naturwissenschaftler zu fordern gewohnt ist. Ich habe mich bemüht, objektive Maßstäbe in den Mittelpunkt meiner Erörterung zu stellen und mehr subjektiv erscheinende Befunde nur am Rande anklingen zu lassen. Ich hoffe, daß Sie mit mir und meinen Fachkollegen die Meinung teilen, daß die Virosen landwirtschaftlicher und gärtnerischer Nutzpflanzen erhebliche wirtschaftliche Bedeutung besitzen. Neben der Grundlagenforschung, wobei sich das

Tabelle 7. Kartoffelpflanzgutvermehrung

Jahr	Fläche in ha	aberkannte Fläche in ha	% der Gesamtfläche
DDR			
1954	83 705	18 632	22,3
1955	88 186	24 700	28,0
1956	97 426	19 138	19,6
1957	95 832	16 803	17,5
1958	102 127	27 568	27,0
DBR			
1950	108 574	11 292	11,6
1951	91 924	16 039	17,5
1952	80 416	12 769	15,9
1953	88 580	14 356	16,2
1954	95 822	11 543	12,0
1955	93 304	16 388	17,6
1956	98 188	7 625	7,8
1957	99 437	15 964	16,1
1958	77 861	22 375	28,7
1959	81 306	9 302	11,4

Virus als vielseitiges Modellobjekt für die Klärung mannigfacher Fragen anbietet, hat auch die angewandte Virusforschung große Aufgaben zu lösen, die in gleicher Weise das Interesse des Betroffenen wie der Allgemeinheit berühren.

#### Literaturverzeichnis

- Baumann, G., Die Verbreitung der Stecklenberger Krankheit der Sauerkirsche und der Ringfleckenkrankheit der Süßkirsche in Obstanlagen und Baumschulen. Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzd., n. F. Berlin **13**, 1959. 173—177.
- , und Klinkowski, M., Ein Beitrag zur Analyse der Obstvirosen des mitteldeutschen Raumes. Phytopath. Ztschr. **25**, 1955. 55—71.
- Blumer, S., und J. Geering, Das Kirschbaumsterben in Baselland (Pfeffingerkrankheit). Phytopath. Ztschr. **16**, 1950. 300—335.
- Christoff, A., Die Obstvirosen in Bulgarien. Phytopath. Ztschr. **31**, 1958. 381—436.
- Earle, F. S., Sugar-cane and its culture. New York, 1928.
- Hutchins, L. M., L. C. Cochran and W. F. Turner, Phony. In: Virus diseases and other disorders with viruslike symptoms of stone fruits in North America. U.S. Dept. Agric., Agric. Handbook 10, 1951. 17—25.
- Klapp, E., Nachprüfung des deutschen Kartoffel-Sortiments 1939 bis 1958. Ztschr. Acker-, Pfl.bau **109**, 1959. 121—126.
- Klinkowski, M., Das Zuckerrohrmosaik. In: Sorauer, Handb. d. Pfl.krankh., 6. Aufl., Bd. 2, 1. Lfg. (Viruskrankheiten), 144—154. Berlin u. Hamburg 1954.
- , —, Pflanzliche Virologie. Bd. I. Einführung in die allgemeinen Probleme, 8—9. Akademie-Verlag, Berlin 1958.

- Koppelberg, B., und W. Steudel, Die Auswirkungen des Systox-Einsatzes zur Bekämpfung der Vergilbungsschäden an Zuckerrüben im Rheinland 1954. Zucker **9**, 1956 a. 139—144.
- , —, und —, —, Die wirtschaftliche Bedeutung des Systox-Einsatzes zur Bekämpfung der Vergilbungsschäden an Zuckerrüben im Rheinland 1954. Zucker **9**, 1956 b. 387—391.
- Kunkel, L. O., M. A. Blake and T. F. Manns, Peach yellows. In: Virus diseases and other disorders with viruslike symptoms of stone fruits in North America. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook 10, 1951. 1—3.
- Morstatt, H., Pflanzenschutz in Theorie und Praxis. 2. Aufl. Dtsch. Zentralverlag, Berlin 1948.
- Posnette, A. F., Virus diseases of cacao in West Africa. I. Cacao virus I A, I B, I C and I D. Ann. appl. Biol. **34**, 1947. 388—402.
- Quanjier, H. M., Enkele kenmerken der „vergelings“ziekte van suiker- en voederbieten ter onderscheiding van de „zwarte houtvaten“-ziekte. Tijdschr. Plantenziekten **40**, 1934. 201—214.
- , —, De vergelingsziekte en de mozaiekziekte van de suiker- en voederbiet. Tijdschr. Plantenziekten **42**, 1936. 45—54.
- Schlösser, L.-A., Zur Frage der Wanderung europäischer Rübenvirosen. Phytopath. Ztschr. **20**, 1953. 75—82.
- Schuch, K., Die Pockenkrankheit der Zwetsche. Mitt. Biolog. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft, Heft **97**, 1959. 77—81.

Aus dem Botanischen Institut der Universität Gießen

## Die gegenseitige Beeinflussung von Pflanzen in natürlicher Vergesellschaftung\*)

Von

Rüdiger Knapp

Namentlich in den letzten eineinhalb Jahrzehnten sind zahlreiche Möglichkeiten einer gegenseitigen Beeinflussung von Pflanzen auf Grund von experimentellen Untersuchungen bekannt geworden (Grümm er, 1955; Knapp, 1954; Rademacher, 1959; in diesen Veröffentlichungen weitere Literatur). Die Bedeutung einer gegenseitigen Beeinflussung der Pflanzen in natürlicher Vergesellschaftung kann infolge dieser Untersuchungsergebnisse heute vielseitiger behandelt werden als früher.

Wesentlich ist es, hierbei zu beachten, daß aus einer unterschiedlichen Arten-Zusammensetzung nicht direkt auf einen Effekt einer gegenseitigen Beeinflussung geschlossen werden kann. Denn die nicht vom Bewuchs abhängigen Standortverhältnisse sind in den durch Differentialarten und andere Kennzeichen der Arten-Zusammensetzung unterschiedenen Pflanzengesellschaften meistens verschieden. Die charakteristische Vergesellschaftung von *Alnus glutinosa* und des Farnes *Dryopteris thelypteris* in Erlen-Bruchwäldern könnte beispielsweise in erster Linie durch ähnliche Standortansprüche dieser beiden Arten bedingt sein und braucht in keiner Weise auf einer günstigen gegenseitigen Beeinflussung dieser beiden Pflanzen aufeinander zu beruhen. Entsprechendes gilt für das kennzeichnende Zusammenleben von *Teucrium chamaedrys* und *Linum tenuifolium* in submediterranen Trockenrasen.

Es war also notwendig neue Methoden zur Untersuchung der Auswirkung der gegenseitigen Beeinflussung der Pflanzen in natürlicher Vergesellschaftung und am natürlichen Wuchsort zu entwickeln. Voraussetzung ist zunächst, daß hierbei das Verhalten der Pflanzen auf standörtlich einheitlichen Flächen verglichen wird. Gefördert wird ferner die Gewinnung beweiskräftiger Ergebnisse, wenn die Pflanzenart, deren Wirkung untersucht werden soll, in dominanten Mengen vertreten ist, so daß man ein Vorherrschen ihres spezifischen Einflusses annehmen kann. Solche Voraussetzungen sind keineswegs regelmäßig und teilweise nicht häufig vorhanden.

Derartige Verhältnisse bestehen einerseits in vielen Pflanzengesellschaften, in denen bestimmte Arten kleine Bestände bilden können, in denen sie vorherrschen. Diese hier gemeinten kleinen Fazies sind nicht durch örtliche Unterschiede des Mikroklimas und des Bodens bedingt, sondern durch besondere Wuchsformen und durch bestimmte Eigenschaften der Ausbreitungsmöglichkeiten der betreffenden Arten. Hierdurch unterscheiden sie sich von den meist großflächig entwickelten

\*) Vortrag, gehalten am 9. Juni 1960 auf der Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Vereinigung für angewandte Botanik in Köln.





Tabelle 1. Vorkommen einiger Arten in 4 Mikrofazies  
im kontinentalen Trockenrasen bei Münster am Stein.

Es ist in Prozenten angegeben, in wievielen untersuchten Flächen die Art auftrat. Dann folgen in Klammern die Angaben der Bedeckungsanteile (in Prozent), mit denen die Art in den Flächen, in denen sie auftrat, im Durchschnitt vorhanden war. Größe der Untersuchungsflächen je 0,25 m<sup>2</sup> (Tab. 1 und 2 nach Knapp, 1959)

	Durchschnitt (9 Mikro- fazies)	Mikrofazies von			
		<i>Festuca ovina</i>	<i>Artemisia campestris</i>	<i>Potentilla arenaria</i>	Therophyten
Mittlere Artenzahl	12,4	9,9	9,8	11,9	16,0
<i>Sedum album</i>	96	83 (2)	100 (2)	85 (2)	100 (4)
<i>Euphorbia cyparissias</i>	78	67 (1)	100 (1)	92 (1)	44 (1)
<i>Alyssum montanum</i>	57	42 (1)	75 (+)	54 (+)	100 (3)
<i>Erysimum crepidifolium</i>	34	8 (+)	50 (1)	15 (+)	67 (5)
<i>Myosotis micrantha</i>	22	—	—	8 (r)	100 (2)
<i>Veronica verna</i>	13	—	—	—	100 (1)

Es scheint nun notwendig, diese Ergebnisse mit Resultaten experimenteller Untersuchungen im Laboratorium, im Versuchsgewächshause oder auf Freilandparzellen in Beziehung zu setzen. Diese lassen zwar deutlich gegenseitige Beeinflussungen zwischen Pflanzen erkennen. Es kann aus ihnen jedoch nicht ohne weiteres entnommen werden, daß unter natürlichen Verhältnissen gleichartige Beeinflussungen wirksam sind. Denn dort herrschen ganz andere mikroklimatische Verhältnisse und andere Bodenbedingungen. Vor allem sind auch die mikrobiologischen Verhältnisse im Boden abweichend.

Bei den dargestellten Untersuchungen über Mikrofazies in Trockenrasen ergeben sich auffällige Parallelen zu experimentellen Untersuchungen, die unter Laboratoriumsbedingungen durchgeführt wurden. So zeigt *Artemisia* in Versuchspartzen und in Laboratoriumsexperimenten immer wieder einen stark hemmenden Effekt auf mit ihr zusammenwachsende Arten (Bode, 1940; Funke, 1943; Knapp, 1953 b, 1954; Knapp u. Thyssen, 1952; Knapp u. Furthmann, 1954; Beispiele Tabelle 3). In Parallelität damit zeigte die *Artemisia*-Mikrofazies bei Münster am Stein die geringsten Artenzahlen und keinerlei Therophyten (Tabelle 1).

Tabelle 2. Mittlere Artenzahlen und Anzahl der Keimlinge je Fläche in 3 Mikrofazies im Kalk-Trockenrasen bei Mosbach (Baden). Größe der Untersuchungsflächen je 0,25 m<sup>2</sup>

	Mikrofazies von:		
	<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Teucrium chamaedrys</i>	<i>Tortella inclinata</i>
Mittlere Artenzahl	8,4	10,3	12,4
Keimlinge je Fläche	0	1,7	21,5

Tabelle 3. Beeinflussung der Keimung einiger Arten durch *Artemisia absinthium* (Nach Knapp, 1954).  
Anteile der kräftigen Keimlinge in %. Auf Filterpapier (befeuchtet mit destilliertem Wasser) bei Dauerlicht von 800 Lux und einer Temperatur von 17°. Die Körner wurden in regelmäßigen Abständen und bei Mischsaat in regelmäßigem Wechsel ausgelegt.

	Reinsaat	Mischsaat mit <i>Artemisia absinthium</i>
<i>Trifolium repens</i>	58,7 ± 2,3	24,5 ± 3,4
<i>Dactylis glomerata</i>	45,9 ± 3,7	24,5 ± 2,2
<i>Nicotiana tabacum</i>	42,3 ± 3,0	25,5 ± 3,2

Die bedeutenden Wirkungen von Gräsern und vor allem von Streu von Gramineen, die in den Gras-Mikrofazies meist reichlich vorhanden ist, wurden namentlich von Winter und Schönbeck (1953 a u. b, 1954), Schönbeck (1956), Börner (1956), Eberhard und Martin (1957) u. a. durch Experimente im Laboratorium festgestellt. In Parallelität damit zeigen die meisten Mikrofazies mit vorherrschenden Gräsern in den dargestellten Untersuchungen geringere Artenzahlen und vor allem keine oder nur relativ wenige Keimlinge. Wie stark Gräser die Entwicklung von Keimlingen hemmen können, läßt Abbildung 2 erkennen. In den von *Poa trivialis* bewachsenen Flächen sind bei diesen Untersuchungen nach relativ kurzer Zeit keine kräftigen Jungpflanzen von *Trifolium repens* mehr vorhanden.

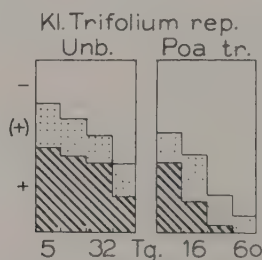


Abb. 2. Einfluß des Bewuchses von Gräsern (*Poa trivialis*-Fazies) auf die Entwicklung von Keimlingen von *Trifolium repens* zu verschiedenen Zeitpunkten (Tg.) nach der Aussaat. Unb. = Kontrollen auf unbewachsenem Boden. Anteil in %: + = kräftige Keimlinge, (+) = kümmernde Keimlinge. — = ungekeimte Samen und abgestorbene Pflanzen (nach Knapp, 1954)

Auf Grund der experimentellen Untersuchungen wird also die Annahme wahrscheinlich, daß die Wirkung von *Artemisia* und von Gramineen in natürlicher Vergesellschaftung auf benachbarte Pflanzen auf organischen Verbindungen beruht, die aus lebenden oder toten pflanzlichen Organen abgegeben oder ausgewaschen werden.

Es sei jedoch an dieser Stelle bemerkt, daß unter gegenseitiger Beeinflussung zwischen Pflanzen hier nicht nur eine Wirkung

vermittels bestimmter Stoffe verstanden wird, also allelopathische Effekte im engeren Sinne (M o l l i s c h 1937). Es werden hier dazu auch Veränderungen des Wasser- und Nährstoffhaushaltes, der Lichtversorgung und der mikroklimatischen Verhältnisse gerechnet, die bei dem Zusammenleben mehrerer Individuen und Arten von Pflanzen eintreten. Unter gegenseitiger Beeinflussung in diesem Sinne würden also Konkurrenz-Wirkungen im weitesten Sinn, aber auch fördernde Einflüsse, die eine Pflanzenart auf eine andere ausübt, verstanden werden. In den meisten Fällen dürften Veränderungen der Wasser-, Nährstoff- und Mikroklima-Verhältnisse in natürlicher Vergesellschaftung bei der gegenseitigen Beeinflussung bedeutsamer sein als allelopathische Effekte im engeren Sinne.

Weitere Möglichkeiten des Vorherrschens verschiedener Pflanzenarten bei gleichen primären Standortverhältnissen sind durch die neuzeitliche Forst- und Landwirtschaft geschaffen worden. Hierdurch eröffnen sich also weitere Möglichkeiten für die Untersuchung der Auswirkung einer gegenseitigen Beeinflussung von Pflanzen. Allerdings eignen sich im Ackerbau genutzte Flächen meist nicht für derartige Untersuchungen. Denn der Anbau von bestimmten Halm- oder Hackfrüchten auf dem gleichen primären Standort ist fast stets mit verschiedener Bodenbearbeitung, Düngung oder Aussaatzeit verbunden. Diese Maßnahmen überdecken jedoch die spezifische Wirkung der betreffenden Art im Sinne der gegenseitigen Beeinflussung der Pflanzen und können sie unkenntlich machen. Gut geeignet sind dagegen forstlich genutzte Flächen, bei denen auf gleichem Standort, also bei gleichem Boden, Klima und gleicher Hanglage, verschiedene Holzarten angepflanzt oder zur Vorherrschaft gebracht worden sind. Ferner ist es auch auf Flächen, die als Grünland, als Wiesen und Weiden genutzt sind, möglich, daß durch Ansaat bestimmter Arten unter standörtlich einheitlichen Bedingungen verschiedene Arten vorherrschen.

In Waldgebieten sind vor allem dort solche Untersuchungen möglich, wo auf großen Flächen relativ einheitliche Standortverhältnisse herrschen, jedoch ein häufiger Wechsel der forstlich geförderten Holzarten eintritt (K n ä p p 1958). Solche Verhältnisse liegen zum Beispiel im östlichen und südlichen Odenwald mit seinen ausgedehnten, aus mittlerem Buntsandstein aufgebauten Gebieten vor.

Dort können drei weit verbreitete Standorteinheiten innerhalb der Waldvegetation unterschieden werden, deren Bodenverhältnisse und Arten-Zusammensetzung am Beispiel einiger Eigenschaften und Spezies in Tabelle 4 gekennzeichnet seien. Es sei bemerkt, daß daneben im dortigen Gebiet in geringerer Verbreitung noch eine Anzahl weiterer Wald-Standorteinheiten vorkommt. In den drei in Tabelle 4 gekennzeichneten Standorteinheiten sind in reichlicher Anzahl Forsten aus Eichen, Buchen, Kiefern und Fichten vorhanden. Tabelle 5 zeigt an einigen Beispielen, wie diese vier Holzarten die Arten-Zusammensetzung der Kraut-, Zwergstrauch- und Moos-Schichten beeinflussen. Es handelt sich hier um relative Zahlen der Stetigkeit und bei *Hypnum*



Tabelle 4. Beispiele für Boden-Eigenschaften und Arten-Verteilung in drei Standort-Einheiten im östlichen und südlichen Odenwald. Größe der untersuchten Fläche eines Bestandes 400 m<sup>2</sup>. Bei den Pflanzenarten bedeuten die ersten Zahlen die Konstanz (%). Die zweiten in Klammern gesetzten Zahlen bezeichnen die durchschnittlichen Bedeckungsanteile (°%) (Tab. 4 u. 5 nach Knapp, 1958)

	I.	II.	III.
Untersuchte Bestände	82	96	71
pH (in KCl)	3,5 ± 0,1	3,7 ± 0,1	4,5 ± 0,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg in 100 g Bo)	0,9 ± 0,2	2,4 ± 0,4	3,2 ± 0,6
K <sub>2</sub> O (mg in 100 g Bo)	2,5 ± 0,4	4,2 ± 0,8	7,7 ± 0,9
Mittlere Artenzahl	13,5	21,3	30,8
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100 (26)	89 (9)	46 (1)
<i>Deschampsia flexuosa</i>	100 (8)	98 (14)	64 (3)
<i>Pleurozium schreberi</i>	66 (13)	40 (7)	—
<i>Rubus idaeus</i>	—	80 (+)	93 (3)
<i>Athyrium filix-femina</i>	—	29 (1)	100 (1)
<i>Oxalis acetosella</i>	—	15 (1)	81 (14)
<i>Epilobium montanum</i>	—	—	57 (+)
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	44 (1)

Tabelle 5. Beispiele für die Arten-Verteilung unter verschiedenen Bäumen (*Quercus robur* und *petraea*, *Fagus silvatica*, *Pinus silvestris*, *Picea abies*) in den 3 in Tabelle 4 gekennzeichneten Standort-Einheiten. Weitere Erläuterungen im Text

	Quercus			Fagus			Pinus			Picea		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Mittlere Artenzahl	120	115	105	75	76	82	112	101	98	93	108	116
<i>Rhamnus frangula</i>	116	106	95	0	10	0	168	170	198	116	114	106
<i>Melampyrum pratense</i>	400	305	400	0	29	0	0	66	0	0	0	0
<i>Luzula luzuloides</i>	63	97	144	337	267	180	0	0	45	0	36	31
<i>Hypnum cupressiforme</i>	16	4	0	8	4	0	106	39	0	270	353	400
<i>Sorbus aucuparia</i>	172	96	99	228	54	22	0	123	155	0	126	124
<i>Galium saxatile</i>	222	94	0	0	8	0	0	108	171	177	190	229

*cupressiforme* der Bedeckungs-Anteile. 100 bedeutet, daß die betreffenden Verhältnisse genauso sind, wie im Gesamtdurchschnitt aller Bestände der entsprechenden Standorteinheit. Bei Zahlen unter 100 tritt die Art entsprechend weniger als im Gesamtdurchschnitt auf, bei Werten über 100 mehr. 400 ist der höchste erreichbare Wert. Er besagt, daß die Art unter den betreffenden Verhältnissen ausschließlich in den Beständen einer Holzart auftritt. Aus der gesamten Artenliste, ist in Tabelle 5 nur das Verhalten weniger Arten als charakteristisches Beispiel dargestellt. Der Umfang der gesamten Artenliste kann aus den angegebenen Artenzahlen ersehen werden.

So wachsen auf allen drei Standortseinheiten *Melampyrum pratense* vorzugsweise unter Eiche, *Luzula luzuloides* bevorzugt unter Buche und *Hypnum cupressiforme* am reichlichsten unter Fichte. *Rhamnus frangula* tritt nur ganz wenig unter Buche auf und kommt stets am reichlichsten unter Kiefer vor. Bei einer Reihe von Arten sind jedoch bemerkenswerte Unterschiede der Beziehung zu den Bäumen in den einzelnen Standorteinheiten zu beobachten. So wächst *Sorbus aucuparia* auf den ärmsten Standorten nur unter Buche und Eiche und fehlt unter Nadelholz. Auf den reicheren Standorten kommt diese Art dagegen unter allen 4 Baumarten vor, ja es ist dort ein häufigeres Auftreten unter Nadelholz festzustellen. Diese Verhältnisse werden durch Auftreten von *Sorbus aucuparia* in bestimmten borealen Nadelwäldern Nord-Schwedens bestätigt. Dort erscheint dieser Baum nur auf etwas besseren Standorten, da in diesen nördlichen Lagen Eichen- und Buchen-Wälder fehlen. In dieser Weise erklärt sich das gegenüber den Verhältnissen in Mitteleuropa standörtlich abweichende Verhalten von *Sorbus aucuparia* in diesen nordeuropäischen Landschaften. *Galium saxatile* tritt auf dem ärmsten Standort am reichlichsten unter Eiche auf. Auf dem reichsten Standort (III) fehlt dagegen diese Art völlig unter Eiche und auch Buche. Sie erscheint dort nur unter Fichte und Kiefer.

Dieser Verschiebung des Verhaltens der Arten zueinander auf unterschiedlich nährstoffreichen Standorten entsprechen Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen. Auch bei diesen wurde gefunden, daß die Konkurrenz- und Beeinflussungsverhältnisse zwischen zwei Arten sich grundlegend verschieben können, wenn sich der Nährstoffgehalt des Substrates ändert. Als Beispiel seien Ergebnisse von Untersuchungen mit *Lolium perenne* und *Trifolium repens* genannt. Bei niedriger Stickstoff-Konzentration im Boden zeigte sich *Trifolium repens* über *Lolium perenne* überlegen. Bei starken zusätzlichen Stickstoffgaben trat jedoch eine Umkehrung dieser Verhältnisse ein. *Trifolium repens* wird dann sehr stark von *Lolium perenne* zurückgedrängt (Abb. 3, links). Dieser Effekt tritt erst in Mischpflanzung deutlich in Erscheinung. Wenn man die Stoffproduktion der Reinpflanzungen der beiden Arten miteinander vergleicht (Abb. 3, rechts), zeigt *Trifolium repens* auch bei hohen Stickstoffgaben größere Leistungen. Allerdings ist seine Überlegenheit gegenüber *Lolium perenne* geringer als bei Fehlen einer zusätzlichen Stickstoffgabe.

Aus den vorhergehenden Ausführungen hat sich ergeben, daß bereits innerhalb einer Pflanzengesellschaft die gegenseitige Beeinflussung von Pflanzenarten von großer Bedeutung ist. Noch wesentlich sind diese Effekte jedoch zwischen Arten verschiedener Pflanzengesellschaften. Sie sind entscheidend dafür, daß die meisten Pflanzenarten in natürlicher Vergesellschaftung nur auf einem Teil der Standorte leben können, auf denen sie auf Grund ihrer physiologischen Konstitution erwartet werden könnten und auf denen sie auch in Reinbeständen oder isolierten Individuen kultiviert werden können. Diese Verdrängung der Pflanzen durch Konkurrenz anderer Arten führt in sehr vielen, wenn nicht in den meisten Fällen dazu, daß

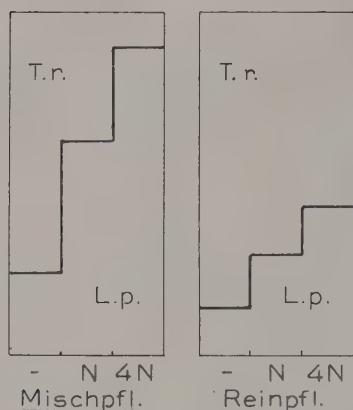


Abb. 3. Verhältnis der Stoffproduktion (oberirdische Teile) von *Trifolium repens* (T. r.) und *Lolium perenne* (L. p.) in Misch- und Reinpflanzungen bei verschiedener Stickstoffversorgung (N = zusätzlich 0,34 g  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  auf 113 cm<sup>2</sup> Bodenoberfläche, 4N = vierfache Menge). Weitere Erläuterungen im Text (nach Knapp, 1954)

jeder Standort bei bestimmter Bewirtschaftung durch eine ganz bestimmte Arten-Kombination, eine spezifische Pflanzengesellschaft gekennzeichnet ist.

Als Beispiel hierfür seien Experimente mit *Festuca*-Arten auf Standorten subalpiner Rasengesellschaften dargestellt (Abb. 4). Diese wurden auf Böden jener Rasengesellschaften in Reinbeständen kultiviert. Die sich hierbei ergebende Stoffproduktion des Sproßsystems ist in der graphischen Darstellung mit dünner Linie eingetragen. Hierbei sind die Werte auf die höchste erreichte Stoffproduktion (— 100) bezogen worden. Ferner sind die Bedeckungsanteile mit dicker Linie eingetragen, welche die Arten in den 4 Rasengesellschaften im Durchschnitt besitzen (in Prozenten). (Die Rasengesellschaft C wächst unter günstigsten Nährstoff- und mittleren pH-Verhältnissen. A und B liegen in saureren, D in basischeren nährstoffärmeren Bereichen). Es zeigt sich, daß bei Kultivierung in Reinbeständen sich die beiden Arten ähnlich verhalten. Sie besitzen unter diesen Bedingungen ein ausgeprägtes Optimum der Stoffproduktion auf den reichsten Standorten (C) und zeigen einen kräftigen Abfall der Leistungen auf den nährstoffärmeren Substraten. Ganz unterschiedlich verhalten sich dagegen die Arten in der Rasengesellschaft, beim Zusammenwachsen mit vielen anderen Arten. *Festuca pratensis* kann sich dort nur auf den nährstoffreichsten Standorten gegenüber den anderen Arten behaupten. In den drei anderen Rasengesellschaften wird sie von diesen völlig aus dem Bestande verdrängt, obwohl sie bei Kultivierung im Reinbestand durchaus noch auf diesen Böden zu leben vermag. *Festuca rubra* wird dagegen von den anderen Rasen-Pflanzen gerade auf dem reichsten Standort stark verdrängt, obwohl sie dort bei Kultivierung im Reinbestande die höchste Stoffproduktion erzielt.

Sie hat ihr reichlichstes Vorkommen in den Pflanzengesellschaften außerhalb dieses Optimums. Dort ist offensichtlich ihre Konkurrenzkraft gegenüber den anderen Rasenpflanzen höher. Es zeigt sich also, daß optimale Wachstumsmöglichkeit im Reinbestand und optimale Ausbreitungsmöglichkeit in der Pflanzengesellschaft bei gegenseitiger Beeinflussung vieler Arten durchaus nicht zusammenzufallen brauchen. Diese Unterschiede im ökologischen und physiologischen Verhalten (Ellenberg, 1953) sind auf gegenseitige Beeinflussung zwischen verschiedenen Arten im weitesten Sinne zurückzuführen (hierzu auch Knapp, 1953, 1954).

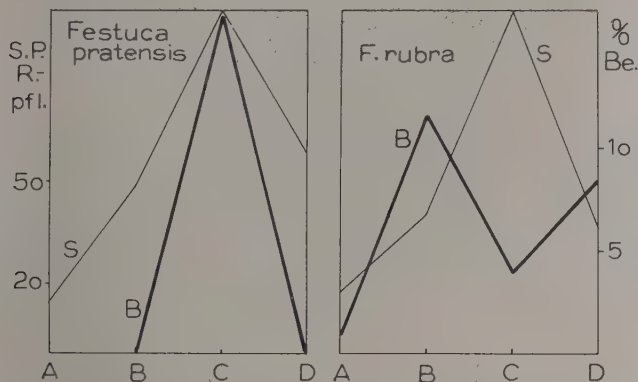


Abb. 4. Stoffproduktion (oderirdische Teile) in Reinpflanzung (S. P. R.-pfl., relativ, bzw. S, dünne Linien) und prozentuale Bedeckungsanteile (% Be. bzw. B, dicke Linien) von *Festuca pratensis* und *Festuca rubra* auf 4 Standorten subalpiner Rasengesellschaften. Weitere Erläuterungen im Text (nach Knapp, 1953 b, verändert)

Aus den vorigen Abschnitten mag sich die Ansicht ergeben, daß es ohne größere Einschränkungen möglich ist, Ergebnisse von Laboratoriumsuntersuchungen direkt auf Verhältnisse am natürlichen Standort und bei natürlicher Vergesellschaftung zu übertragen. Jedoch gibt es offensichtlich viele Fälle, bei denen Effekte gegenseitiger Beeinflussung in ungepufferten Nährlösungen, unter sterilen Bedingungen oder unter anderen im Laboratorium anzuwendenden Verhältnissen sehr deutlich sind, in der Natur jedoch nicht in Erscheinung treten (z. B. Bonner, 1946, Martin, 1958, Müller, 1953).

Besonders deutlich zeigte sich dieses bei einer Serie von Experimenten mit Cumarin-Lösungen und der stark cumarin-haltigen Leguminose *Melilotus albus* (Knapp u. Furthmann, 1954). Läßt man *Lolium multiflorum* in 0,1 % Cumarin-Lösung in destilliertem Wasser keimen, so erhält man 7 Tage nach der Aussaat nur etwa ein Siebtel der Keimprozentage gegenüber den Kontrollen. Wird jedoch das Cumarin in Nährlösung gegeben, ist der Effekt bereits viel schwächer. Die Keim-



prozente steigen auf etwa die Hälfte der Kontrollen an. Erfolgt die Keimung auf Boden, ist der Effekt nur noch ganz schwach ausgeprägt (Tabelle 6).

Tabelle 6 (Tab. 6—8 nach Knapp u. Furthmann, 1954)

Keim-Prozente bei <i>Lolium multiflorum</i> auf verschiedenen Substraten (7 Tage nach Aussaat, 110 Lux, 17°)		
Destilliertes Wasser	(Filtrierpapier)	74,7 %
0,1 % Cumarin in dest. Wasser	(Filtrierpapier)	11,8 %
0,1 % Cumarin in Nährlösung (Knop) 1:10 verd.	(Filtrierpapier)	23,3 %
0,1 % Cumarin in Nährlösung (Knop) unverdünnt	(Filtrierpapier)	32,0 %
0,1 % Cumarin in dest. Wasser (humoser Boden)		66,5 %

Das gleiche zeigt sich, wenn man das Verhalten von *Lolium* unter der Wirkung von Cumarin-Lösungen in verschiedenen Altersstadien und auf verschiedenen Substraten vergleicht. 11 Tage nach der Aussaat auf Filterpapier hat eine 0,001 %ige Lösung bereits einen Effekt. 28 Tage nach der Aussaat ist auf Quarzsand mit Nährlösung erst bei einer Lösung mit 0,01 % Cumarin eine Verminderung der Leistung zu bemerken (Tabelle 7).

Tabelle 7

Tage nach Aussaat: Substrat	<i>Lolium multiflorum</i>		
	11	28	126
	Filtrierpapier Keimung %	Quarzsand + Nährlösung (50 %) g	n. Ansatz Humoser Boden g
Destilliertes Wasser	58,0	0,56	2,3
Cumarin 0,001% (in dest. Wass.)	47,8	0,59	2,5
Cumarin 0,01% (in dest. Wass.)	12,8	0,42	2,1
Cumarin 0,1% (in dest. Wass.)	0,8	—	1,8

Bei Aussaat mit *Melilotus albus* macht sich für *Lolium multiflorum* deutlich der Cumarin-Gehalt dieser Leguminose bemerkbar. Die Keimprozente sind viel geringer als bei den Kontrollen. Allerdings schwächt sich dieser Effekt im Verlauf der Zeit ab. Er ist jedoch noch 10 Tage nach der Aussaat sehr deutlich. Bei alten in humosem Boden kultivierten Individuen ist *Lolium* sogar an Konkurrenzkraft erheblich *Melilotus* überlegen. Die *Lolium*-Pflanzen leisten in Mischpflanzung mit *Melilotus* mehr als das Doppelte gegenüber den Reinpflanzungen von *Lolium* (Tabelle 8).

Ein derartiges Verhalten zeigte sich in bestimmten Fällen auch bei Wüsten-Pflanzen des südwestlichen Nordamerika (Bonner, 1950. Muller, 1953). Auch aus diesen konnten Stoffe isoliert werden, die im Laboratorium deutliche Effekte zeigen, die jedoch unter naturnahen Be-

Tabelle 8

Anzahl Tage nach Aussaat	<i>Lolium multiflorum</i>	
	Relative Keimprozent Saat mit <i>Melilotus</i> <sup>1)</sup>	Absolute Keim- prozent Reinsaat
3	0,0	(32,8)
5	5,9	(58,0)
10	59,7	(60,0)

*Lolium multiflorum* in Mischpflanzung  
mit *Melilotus albus*

Relative Stoffproduktion *Lolium*  
(Reinbestand *Lolium* = 100)

48 Tage nach Pflanzung	299
98 Tage nach Pflanzung	231

dingungen ohne wesentliche Bedeutung sind. Trotzdem dürften Effekte gegenseitiger Beeinflussung gerade in ariden Gebieten sehr bedeutsam sein. Unter anderem können dort offensichtlich günstige Voraussetzungen für eine gegenseitige stoffliche Beeinflussung von Pflanzen dadurch gegeben sein, daß eventuell ausgeschiedene oder in anderer Weise abgegebene organische Verbindungen selten durch Regen ausgewaschen werden.

Eine andere Gruppe von Vegetationseinheiten, in denen eine gegenseitige Beeinflussung der Pflanzen offensichtlich eine besonders große Rolle spielt, sind die Wiesen und Weiden. In diesen ist durch die dichte Bedeckung des Bodens mit Pflanzenorganen ein sehr enger Kontakt zwischen den einzelnen Arten möglich. Über die gegenseitige Beeinflussung von Arten der Wiesen und Weiden liegt bereits eine Reihe von experimentellen Untersuchungen vor (z. B. Ahlgren u. Aamodt, 1939, Caputa, 1948, Hild, 1956, Kauter, 1934, Klapp, 1953, Knapp, 1954, Knapp u. Linskens, 1952, Lieth, 1953, Mann u. Barnes, 1953).

### Zusammenfassung

Zum Abschluß möge eine Zusammenfassung der bisherigen Gesichtspunkte und Methoden zur Untersuchung einer gegenseitigen Beeinflussung der Pflanzen versucht werden. Hierbei läßt sich feststellen, daß in verstärktem Maß in den letzten eineinhalb Jahrzehnten diese Probleme in induktiver Weise mit modernen Untersuchungsmethoden im Laboratorium, im Versuchsgewächshaus und in Freilandparzellen experimentell bearbeitet worden sind. Auf Grund dieser zahlreichen experimentellen Untersuchungen können heute die Möglichkeiten der gegenseitigen Beeinflussung von Pflanzen und ihre Effekte viel besser und vollständiger übersehen werden als noch vor relativ kurzer Zeit.

<sup>1)</sup> Keim-Prozente bei Reinsaat unter sonst gleichen Bedingungen = 100.

Hieraus ergab sich nun die neue Aufgabe, die Bedeutung dieser Effekte für die Pflanzen in natürlicher Vergesellschaftung und am Standort in der Natur zu untersuchen. Hierfür war die Erarbeitung neuer Untersuchungsmethoden notwendig, von denen einige in den vorigen Abschnitten aufgezeigt wurden.

Auf Grund der Erkenntnisse über die Möglichkeiten gegenseitiger Beeinflussung unter kontrollierten Bedingungen und der Entwicklung von Methoden zur Untersuchung der Auswirkung einer gegenseitigen Beeinflussung am Wuchsort der Pflanzen in der Natur besteht heute die Möglichkeit, die Pflanzengesellschaften unter dem Aspekt der gegenseitigen Beeinflussung ihrer Komponenten und der sozialen Beziehungen ihrer Arten und Individuen weit besser zu verstehen und zu analysieren als früher.

### Literatur

- Ahlgren, H. L., and Aamodt, O. S., Harmful root interactions as a possible explanation for effects noted between various species of grasses and legumes. *J. Americ. Soc. Agron.* **31**, 982—985. 1939.
- Bode, H. R., Über die Blattausscheidungen des Wermuts und ihre Wirkungen auf andere Pflanzen. *Planta* **30**, 567—589. 1940.
- Bonner, J., Relation of toxic substances to growth of guayule in soil. *Bot. Gaz.* **107**, 343—351. 1946.
- , The role of toxic substances in the interactions of higher plants. *Bot. Rev.* **16**, 51—65. 1950.
- Börner, H., Die Abgabe organischer Verbindungen aus den Karyopsen, Wurzeln und Ernterückständen von Roggen (*Secale cereale* L.), Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Gerste (*Hordeum vulgare* L.) und ihre Bedeutung bei der gegenseitigen Beeinflussung der höheren Pflanzen. *Beitr. Biol. Pflanz.* **33**, 33—83. 1956.
- Caputa, J., Untersuchungen über die Entwicklung einiger Gräser und Kleearten in Reinsaat und Mischung. Diss. Zürich 1948.
- Eberhardt, F., und Martin, P., Das Problem der Wurzelausscheidungen und seine Bedeutung für die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. *Ztschr. Pflanzenkrankh.* **64**, 193—205. 1957.
- Ellenberg, H., Physiologisches und ökologisches Verhalten derselben Pflanzenarten. *Ber. Dtsch. Botan. Ges.* **65**, 350—361. 1953.
- Funke, G. L., The influence of *Artemisia Absinthium* on neighbouring plants. *Blumea* **5**, 281—293. 1943.
- Grümmer, G., Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. *Allelopathie*. Jena 1955.
- Guyot, L., Sur un aspect du déterminisme biologique de l'évolution floristique de quelques groupements végétaux. *Compt. rend. Soc. Biogeogr.* **28**, 3—14. 1951.
- Hild, H. J., Untersuchungen über die Vegetation im Naturschutzgebiet der Kriekenbecker Seen. *Geobotan. Mitt.* **3**, 1—112. 1956.
- Kauter, A., Untersuchungen über die Entwicklung des Italienischen Raigrases (*Lolium italicum* A. Br.) in Reinsaat und Mischung. *Landw. Jahrb. Schweiz* **48**, 553—569. 1934.
- Klapp, E., *Wiesen und Weiden*. 2. Aufl. Berlin u. Hamburg 1954.

- K n a p p, R., Über die natürliche Verbreitung von *Arnica montana* L. und ihre Entwicklungsmöglichkeit auf verschiedenen Böden. Ber. Dtsch. Botan. Ges. 66, 167—178. 1953 a.
- , Pflanzengesellschaften. Hemmende und fördernde Einflüsse unter Pflanzen. Umschau 53, 624—627. 1953 b.
- , Experimentelle Soziologie der höheren Pflanzen. 1. Stuttgart-Ludwigsburg 1954.
- , Über die Beständigkeit der Arten-Zusammensetzung von Pflanzengesellschaften. Rep. spec. nov. regn. veg. 58, 220—231. 1955.
- , Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Baumarten auf die unter ihnen wachsenden Pflanzen. Ber. Dtsch. Botan. Ges. 71, 411—421. 1958.
- , Über die gegenseitige Beeinflussung von Pflanzenarten in Trockenrasen und Laubwäldern. Ber. Dtsch. Botan. Ges. 72, 368—382. 1959.
- , und F u r t h m a n n, S., Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung von Hemmstoffen für das Wachstum und die Vergesellschaftung höherer Pflanzen. Ber. Dtsch. Botan. Ges. 67, 253—270. 1954.
- , und L i n s k e n s, H. F., Experimentelle Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung von Gräsern und Kleearten des Weidelgras-Weißklee-Rasens. Biol. Zentralbl. 71, 561—585. 1952.
- , und T h y s s e n, P., Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung von Heilpflanzen in Mischkulturen. Ber. Dtsch. Botan. Ges. 65, 59—69. 1952.
- L i e t h, H., Untersuchungen über die Bodenstruktur und andere vom Tritt abhängende Faktoren in den Rasengesellschaften des Rheinisch-Bergischen Kreises. Diss. Köln 1953.
- M a n n, H. H., and B a r n e s, T. W., The mutual effect of ryegrass and clover when grown together. Ann. appl. Biol. 40, 566—572. 1953.
- M a r t i n, P., Einfluß der Kulturfiltrate von Mikroorganismen auf die Abgabe von Scopoletin aus den Keimwurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.). Arch. Mikrobiol. 29, 154—168. 1958.
- M o l i s c h, H., Der Einfluß einer Pflanze auf die andere. Allelopathie. Jena 1937.
- M u l l e r, C. H., The association of desert annuals with shrubs. Amer. J. Bot. 40, 53—60. 1953.
- R a d e m a c h e r, B., Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. In: Handb. d. Pflanzenphys. 11, 655—706. Berlin — Göttingen — Heidelberg 1959.
- S c h ö n b e c k, F., Untersuchungen über Vorkommen und Bedeutung von Hemmstoffen in Getreiderückständen innerhalb der Fruchtfolge. Ztschr. Pflanzenkrankh. 63, 513—545. 1956.
- W i n t e r, A. G., und S c h ö n b e c k, F., Untersuchungen über die Beeinflussung der Keimung und Entwicklung von Getreidesamen durch Kaltwasserauszüge aus Getreidestroh. Naturwissenschaften 40, 168—169. 1953.
- , —, Untersuchungen über den Einfluß von Kaltwasserextrakten aus Getreidestroh und anderer Blattstreu auf Wurzelbildung und -wachstum. Naturwissenschaften 40, 513—514. 1953 b.
- , —, Untersuchungen über wasserlösliche Hemmstoffe aus Getreideböden. Naturwissenschaften 41, 145—146. 1954.



(Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule  
Stuttgart-Hohenheim. Direktor Prof. Dr. B. Rademacher)

## Über die Bedeutung gegenseitiger Beeinflussung von Pflanzen in landwirtschaftlichen und forstlichen Kulturen

Von

H. Börner<sup>1)</sup>

Die natürliche Vegetation wie auch die künstlich geschaffenen Monokulturen werden von einer Vielzahl biotischer und abiotischer Faktoren beeinflußt, die für die Verbreitung und auch das Wachstum der höheren Pflanzen mitbestimmend sind. Von diesen Faktoren spielt der direkte oder indirekte Einfluß einer Pflanze auf die andere eine bedeutende Rolle. Als Ursachen dieser Erscheinung kommen vor allem in Frage:

1. Die Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren wie Licht, Nährstoffe, Wasser etc. und
2. die allelopathischen Faktoren, d. h. Verbindungen, die aus allen Teilen der höheren Pflanzen abgegeben werden.

Es würde zu weit führen, hier im Rahmen dieses Vortrages das Gesamtproblem der gegenseitigen Beeinflussung der höheren Pflanzen zu behandeln (Zusammenfassungen s. Grümmer, 1955; Knapp, 1954; Rademacher, 1959). Ich werde mich vielmehr ausschließlich auf die Bedeutung der allelopathischen Erscheinungen beschränken und dabei auf die vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt wichtigen Fragen einer gegenseitigen Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern und das komplexe Problem der Bodenmüdigkeit und Selbstunverträglichkeit der höheren Pflanzen näher eingehen.

### I. Die gegenseitige Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern

Über eine gegenseitige Beeinflussung von Unkräutern und Kulturpflanzen liegen zahlreiche Beobachtungen und Angaben vor (s. Knapp, 1954; Grümmer, 1955; Rademacher, 1959). Die Ursachen dieser Erscheinung sind in vielen Fällen durch wirtschaftliche und ökologische Faktoren wie Bodenart, Klima, selektive Bekämpfungsmaßnahmen, Reife- und Erntezeit etc. und durch die reinen Konkurrenzfaktoren bestimmt. Daneben wird jedoch in zahlreichen Arbeiten (Kuhn, 1932a, b; Buchli, 1936; Mann und Barnes, 1945–1953; u. a.) immer wieder auch auf allelopathische Einflüsse hingewiesen. Von diesen Arbeiten seien die Untersuchungen von Rademacher (1940) erwähnt, der zeigen konnte, daß *Matricaria maritima* und *Anthemis arvensis* unter sonst gleichen Bedingungen durch Roggen stärker gehemmt werden als

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten am 9. Juni 1960 auf der Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Vereinigung für angewandte Botanik in Köln.

durch Weizen (Abb. 1). Hier haben wir gleichzeitig ein Beispiel dafür vorliegen, daß eine Schädigung nicht nur von Seiten des Unkrautes zu erwarten ist, sondern daß auch den Kulturpflanzen in bestimmten Fällen eine gewisse „Kampfkraft“ zukommt. Weiterhin spricht für das Vorliegen allelopathischer Einflüsse auch die Tatsache, daß bestimmte Unkräuter fast ausschließlich mit den gleichen Kulturpflanzen, wie z. B. *Chenopodium album* mit Kartoffel, vorkommen.



Abb. 1. Der Einfluß der Getreidekonkurrenz auf das Wachstum von *Matricaria maritima*. Oben: Ohne Getreidekonkurrenz. Mitte: Unter Weizen. Unten: Unter Roggen (nach Rademacher, 1940)

Bei all diesen Arbeiten, die meist unter natürlichen Bedingungen, d. h. in Gefäß- und Freilandversuchen durchgeführt werden, ist es schwierig, die Konkurrenzfaktoren von den allelopathischen Faktoren zu trennen. Um jedoch die Untersuchungen über die stoffliche Natur einer gegenseitigen Beeinflussung höherer Pflanzen überhaupt mit Aussicht auf Erfolg beginnen zu können, ist es unbedingt erforderlich, mit einiger Sicherheit sagen zu können, ob bei jeweilig auftretenden Effekten allelopathische Faktoren im Spiele sind. Wir waren daher gezwungen, von

Feld- und Gefäßversuchen auf Wasserkulturversuche überzugehen und hier Methoden auszuarbeiten, die es uns gestatten, allelopathische Wechselwirkungen von Unkräutern und Kulturpflanzen durch Ausschaltung der Krankheiten, Schädlinge und möglichst vieler reiner Konkurrenzfaktoren sicherer als bisher zu erfassen.

Wir entwickelten zu diesem Zweck eine Methode, deren Prinzip es ist, in Wasserkultur die Nährlösung durch gekoppelte Gefäße, die wechselweise mit den Pflanzen der zu prüfenden Kombinationen besetzt sind, durch ein geeignetes Pumpsystem in Umlauf zu halten (s. Abb. 2). Auf

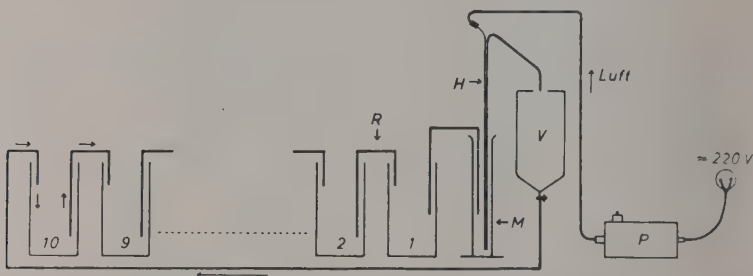


Abb. 2. Schematische Darstellung der Versuchsmethodik für Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern in Wasserkultur (nach Börner, 1958 b)

diese Weise können Stoffe, die aus den Wurzeln in das umgebende Medium gelangen, unmittelbar den Nachbarpflanzen zugeführt werden, ohne daß Kulturpflanzen und Unkräuter in demselben Gefäß aufwachsen (Einzelheiten zur Methodik s. Börner, 1958 b). Durch diese Versuchsanordnung hatten wir erreicht, daß allelopathische Einflüsse auf den Wurzelbereich beschränkt blieben und gleichzeitig eine Anzahl Faktoren, wie Raum- und Lichtkonkurrenz usw., ausgeschaltet werden. Lediglich der Nährstofffaktor konnte, da die einzelnen Pflanzen verschiedene Nährstoffansprüche besitzen, nicht vollständig eliminiert werden. Wir haben versucht, durch fortwährende Stickstoffanalysen und Ergänzung des verbrauchten Nitrats während der einzelnen Experimente den N-Spiegel konstant zu halten, um damit Fehler beim wichtigsten Nährstofffaktor auszuschalten.

Durch die Verlegung der Experimente in Wasserkultur werden Ergebnisse geschaffen, die nicht unmittelbar auf die natürlichen Verhältnisse übertragbar sind. Um jedoch den aufgezeigten Problemen überhaupt einmal näher zu kommen, war eine Versuchsanstellung unter kontrollierbaren Gewächshausbedingungen unumgänglich.

Die mit der beschriebenen Wasserkultur-Umlaufmethode bisher durchgeführten Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Die in den Tabellen 1–3 wiedergegebenen Daten sind daher nur als vorläufige Versuchsergebnisse zu betrachten. In den bisherigen Experimenten wurden

Tabelle 1. Gegenseitige Beeinflussung von Getreidepflanzen und Unkräutern (nach Börner, 1958 b; Martin und Rademacher, 1960; und Kolb [unveröffentlicht])

Beeinflussende Pflanze	Testpflanze	Hemmung (–) und Förderung (+) in %		Wertzahl
		Sproß-Tr. Gew.	Wurzel-Tr. Gew.	
<i>Avena sativa</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	– 38	– 26	– 64
<i>Secale cereale</i>	<i>Matricaria maritima</i>	– 25	– 26	– 51
<i>Secale cereale</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	– 20	– 23	– 43
<i>Avena sativa</i>	<i>Papaver rhoeas</i>	– 24	– 15	– 39
<i>Triticum aestivum</i>	<i>Matricaria maritima</i>	– 10	– 16	– 26
<i>Secale cereale</i>	<i>Veronica persicaria</i>	± 0	+ 1	+ 1
<i>Secale cereale</i>	<i>Papaver rhoeas</i>	– 5	+ 13	+ 8
<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Stellaria media</i>	+ 3	+ 8	+ 11
<i>Triticum aestivum</i>	<i>Agropyrum repens</i>	+ 6	+ 9	+ 15
<i>Avena sativa</i>	<i>Matricaria maritima</i>	± 0	+ 27	+ 27
<i>Triticum aestivum</i>	<i>Veronica persicaria</i>	+ 7	+ 21	+ 28
<i>Veronica persicaria</i>	<i>Triticum aestivum</i>	+ 5	– 7	– 2
<i>Avena fatua</i>	<i>Secale cereale</i>	+ 6	– 5	+ 1
<i>Matricaria maritima</i>	<i>Triticum aestivum</i>	+ 7	+ 18	+ 25
<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Avena sativa</i>	+ 14	+ 11	+ 25
<i>Matricaria maritima</i>	<i>Secale cereale</i>	± 0	+ 26	+ 26
<i>Lamium purpureum</i>	<i>Triticum aestivum</i>	+ 14	+ 32	+ 46

Tabelle 2. Gegenseitige Beeinflussung von Kartoffelpflanzen und Unkräutern (nach Martin und Rademacher, 1960; und Kolb [unveröffentlicht])

Beeinflussende Pflanze	Testpflanze	Hemmung (–) und Förderung (+) in %		Wertzahl
		Sproß-Tr. Gew.	Wurzel-Tr. Gew.	
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	+ 18	± 0	+ 18
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Urtica urens</i>	+ 26	+ 13	+ 39
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Stellaria media</i>	+ 28	+ 22	+ 50
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Mercurialis annua</i>	+ 39	+ 25	+ 64
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Senecio vulgaris</i>	+ 33	+ 34	+ 67
<i>Urtica urens</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	– 3	– 21	– 24
<i>Mercurialis annua</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	– 9	– 19	– 28
<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	– 16	– 25	– 41
<i>Stellaria media</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	– 37	– 29	– 66
<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	+ 7	+ 7	+ 14

hauptsächlich Getreidepflanzen (Roggen, Hafer, Gerste und Weizen) sowie *Solanum tuberosum* mit den verschiedensten Unkräutern kombiniert. Ohne den endgültigen Ergebnissen vorgreifen zu wollen, können wir an Hand der angegebenen Daten doch schon erkennen, daß von den Ge-



treidearten Roggen und Hafer (s. Abb. 3, 4) den stärksten Hemmeffekt ausüben (s. Tab. 1). Weiterhin scheint die Kartoffelpflanze sehr empfindlich auf einen Einfluß der Unkräuter zu reagieren (s. Tab. 2). Da jedoch einer Wachstumsdepression von *Solanum* in den überwiegenden Fällen ein Substanzzuwachs des Unkrautes gegenübersteht, ist damit zu rechnen, daß Nährstoffkonkurrenz bei diesen Effekten eine wesentliche Rolle spielt.

Tabelle 3. Gegenseitige Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern (nach Martin und Rademacher, 1960; und Kolb [unveröffentlicht]) Vorkultur des einen Partners

Beeinflussende Pflanze — vorkultiviert —	Testpflanze	Hemmung (–) und Förderung (+) in %		Wertzahl
		Sproß-Tr. Gew.	Wurzel-Tr. Gew.	
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Chenopodium album</i>	+ 1	+ 1	+ 2
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Polygonum persicaria</i>	– 2	– 4	– 6
<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	– 47	– 47	– 94
<i>Centaurea cyanus</i>	<i>Triticum aestivum</i>	+ 2	+ 14	+ 16
<i>Mentha arvensis</i>	<i>Triticum aestivum</i>	+ 1	+ 18	+ 19
<i>Sonchus asper</i>	<i>Triticum aestivum</i>	+ 7	+ 13	+ 20
<i>Agrostemma githago</i>	<i>Secale cereale</i>	+ 7	+ 23	+ 30
<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	+ 21	+ 21	+ 42
<i>Chenopodium album</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	+ 11	+ 31	+ 42
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Triticum aestivum</i>	+ 16	+ 47	+ 63

Durch etwa 14tägige Vorkultur des einen Partners wurde versucht, die Hemm- bzw. Förderungswirkung zu steigern. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Bei diesen Untersuchungen muß jedoch ganz besonders auf den Nährstofffaktor geachtet werden, da durch die verschiedene Wurzelgröße der Versuchspflanzen, wenigstens zu Versuchsbeginn, Unterschiede in der Nährstoffaufnahme bestehen.

Durch Vorkultur des einen Partners gelang es in der Tat, den Effekt in einigen Fällen wesentlich zu steigern. Besonders bei der Kombination *Polygonum persicaria* — *Solanum tuberosum* konnte eine Hemmwirkung festgestellt werden, wie sie bisher bei Versuchen mit gleichaltrigem Ausgangsmaterial nicht beobachtet wurde (s. Abb. 5).

Die bisher mit den Umlaufkulturen durchgeführten Experimente können als erste Phase der Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern aufgefaßt werden, in denen es in erster Linie darauf ankam, bei einem breiten Versuchsmaterial einen Überblick über die Bedeutung der allelopathischen Faktoren zu erhalten, die im Wurzelraum wirksam werden. Die zweite Phase dieser Untersuchungen muß sich dann mit dem schwierigen Problem der stofflichen Natur der abgegebenen Verbindungen bei den Pflanzenkombinationen befassen, bei denen ein eindeutiger allelopathischer Effekt festgestellt werden konnte.



Abb. 3. Der Einfluß von *Avena sativa* auf das Wachstum von *Sinapis arvensis* in Wasserkultur. Links: *Sinapis* mit *Avena* aufgewachsen. Rechts: *Sinapis* ohne *Avena* aufgewachsen (nach Börner, 1958 b)



Abb. 4. Der Einfluß von *Sinapis arvensis* auf das Wachstum von *Avena sativa* in Wasserkultur. Links: *Avena* mit *Sinapis* aufgewachsen. Rechts: *Avena* ohne *Sinapis* aufgewachsen (nach Börner, 1958 b)

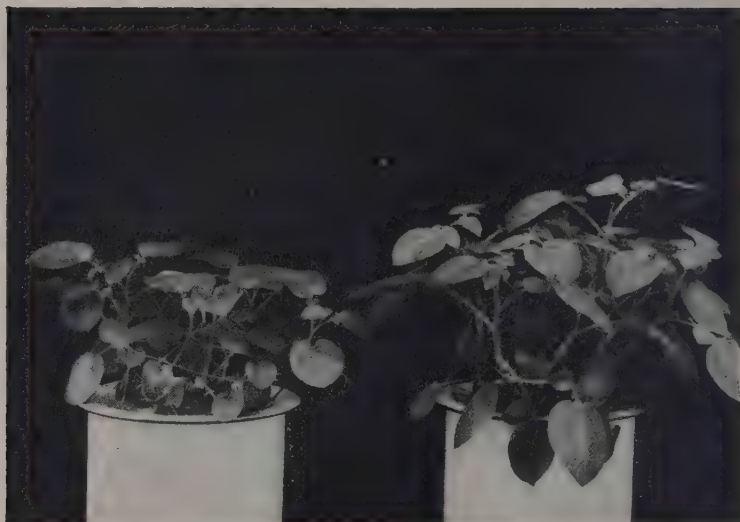


Abb. 5. Der Einfluß von *Polygonum persicaria* auf das Wachstum von *Solanum tuberosum* in Wasserkultur. Links *Solanum* mit *Polygonum* aufgewachsen. Rechts: *Solanum* ohne *Polygonum* aufgewachsen (nach Martin und Rademacher, 1960)

Ergänzend zu diesen Versuchen sei noch bemerkt, daß es in einigen Fällen gelang, die unter natürlichen Bedingungen erzielten Ergebnisse auch in Wasserkultur zu erhalten. So ist die größere Hemmung von *Matricaria maritima* unter Roggen im Vergleich zu Weizen (Rademacher, 1940; vgl. Kuhn, 1932 a; Buchli, 1936) auch in Wasserkultur zu beobachten, und die Behauptung von Burmester (1914), daß Hafer sich gegenüber Ackersenf indifferent verhält und durch das Unkraut nicht geschädigt werden soll, fand hier eine gewisse Bestätigung.

Abschließend sei noch auf einige Arbeiten hingewiesen, in denen ebenfalls ein allelopathischer Effekt sehr wahrscheinlich ist. So fand Grümmer (1958) bei seinen ausgedehnten Untersuchungen mit Lein und *Camelina foetida*, daß die Kulturpflanze durch das Unkraut stark im Wachstum beeinträchtigt wird. Dabei gelang es sicherzustellen, daß toxische, aus den Blättern von *Camelina* ausgewaschene Stoffe die Ursache der Wachstumsdepression sind. Weitere Beispiele liegen von Hurtig (1953), Oswald (1949) und anderen Autoren vor, auf die jedoch hier im einzelnen nicht eingegangen werden kann (Zusammenfassungen s. Grümmer, 1955; Rademacher, 1959).

## II. Die Bodenmüdigkeit und Selbstunverträglichkeit der höheren Pflanzen

Unter Bodenmüdigkeit und Selbstunverträglichkeit der höheren Pflanzen verstehen wir diejenige Erscheinung, daß bei wiederholtem Anbau

bestimmter Pflanzen nach sich selbst und auf demselben Boden Wachstumsdepressionen auftreten. Die Ursache dieser Hemmung ist oftmals auf eine Anreicherung pathogener Organismen wie Nematoden, Bakterien und Pilze zurückzuführen. Die dadurch verursachten Schäden sind scharf von der echten Bodenmüdigkeit bzw. Selbstunverträglichkeit zu trennen, die auf einer Wirkung von Pflanzen ausgeschiedener Stoffe beruhen und deshalb zu den allelopathischen Erscheinungen zu rechnen sind.

Zwischen den selbstverträglichen und selbstunverträglichen Pflanzen bestehen alle Übergänge. Unter den bekannten Kulturpflanzen sind der Lein, der Rotklee und vor allem die Stein- und Kernobstarten als selbstunverträgliche Pflanzen bekannt, während z. B. Roggen und Kartoffeln mit Erfolg mehrmals auf demselben Boden nachgebaut werden können.

#### a) Untersuchungen über die Selbstunverträglichkeit des Leins

Bei Untersuchungen zum Problem der Selbstunverträglichkeit wird meistens so vorgegangen, daß das Wachstum der Pflanzen nach mehrmaligem Anbau auf demselben Boden in Vergleich gesetzt wird zu den Pflanzen, die unter sonst gleichen Bedingungen nur einmal auf dem gleichen Boden aufgewachsen sind. Genau wie bei der Bearbeitung der Fragen über eine gegenseitige Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern, so ist auch hier eine Unterscheidung allelopathischer Faktoren von den Konkurrenzfaktoren praktisch nicht möglich. Es war daher auch bei diesen Untersuchungen nötig, von Feld- und Gefäßversuchen auf Wasserkulturversuche unter kontrollierbaren Gewächshausbedingungen überzugehen.

Für diese Untersuchungen wählten wir den als extrem selbstunverträglich bekannten Lein und den selbstverträglichen Roggen aus und stellten uns die Frage, ob es möglich ist, durch Nachbauversuche in Wasserkultur unter Ausschluß pathogener Organismen und der Konkurrenzfaktoren die bekannten Selbstverträglichkeits- bzw. Selbstunverträglichkeitseffekte zu erhalten (Methodik und Versuchsanstellung s. Börner u. Rademacher, 1957 a, b). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Diese Resultate sprechen für eine Beteiligung allelopathischer Faktoren als Ursache der Selbstunverträglichkeit des Leins. Obwohl auch beim

Tabelle 4. Ergebnisse der Nachbauversuche bei Lein und Roggen. Versuchsauswertung nach Blühbeginn der Versuchspflanzen. Kontrollreihe jeweils 100 (nach Börner, Martin, Clauss u. Rademacher, 1959)

	Lein			Sommerroggen		
	I.	II.		I.	II.	
	Versuch	Versuch	Mittel	Versuch	Versuch	Mittel
Sproßlänge	87,0	89,9	88,4	99,9	98,1	99,0
Sproßtrockengewicht	71,5	63,5	67,5	82,6	87,4	85,0
Anzahl der Blüten bzw. Ähren	—	56,0	56,0	73,8	88,5	81,2



selbstverträglichen Roggen im Nachbau eine geringfügige Wachstumsdepression (vgl. Tab. 4) festzustellen ist, so sind die Unterschiede zum Lein doch wesentlich. Zu ähnlichen Ergebnissen, jedoch mit einer Methodik, die sich nur auf das Keimlingsstadium beschränkte, gelangten auch Bequerel u. Rousseau (1941).

Über die stoffliche Natur der Selbstunverträglichkeitserscheinungen beim Lein läßt sich bis jetzt noch nichts Bestimmtes aussagen. Die in Keimpflanzen in größeren Konzentrationen vorkommende Verbindung Linamarin, ein Blausäureglykosid, ist in älteren Pflanzen nicht mehr nachweisbar. Diese Verbindung dürfte daher bei unseren langfristigen Versuchen wohl kaum eine Rolle spielen. Dagegen gelang es, einige Aminosäuren als Wurzelauausscheidungen (Börner und Mitarbeiter, 1959) und einige phenolische Verbindungen als Samenausscheidungen (Börner, 1958 c) zu identifizieren. Ihre Konzentration und ihre physiologische Wirksamkeit dürften jedoch nicht ausreichend sein, um derartige Unverträglichkeitseffekte erklären zu können.

Die bisher aufgeführten Beispiele haben bereits gezeigt, wie schwierig es ist, mit einiger Sicherheit nachzuweisen, daß allelopathische Faktoren an einer gegenseitigen Beeinflussung höherer Pflanzen beteiligt sind. Eine Klärung dieser Frage ist jedoch eine notwendige Voraussetzung, um den nächsten Schritt, den Nachweis und die Identifizierung der wirksamen Verbindungen — und das sollte ja das Hauptziel aller Arbeiten über allelopathische Probleme sein — überhaupt mit Aussicht auf Erfolg in Angriff nehmen zu können. In den letzten Jahren sind jedoch auch auf diesem Gebiet Fortschritte gemacht worden. Die wichtigsten Ergebnisse in dieser Richtung seien im folgenden kurz skizziert.

#### b) Die Abgabe von Trans-Zimtsäure aus den Wurzeln von *Parthenium argentatum*

Ein Musterbeispiel für die außergewöhnlichen Schwierigkeiten, die auf dem Wege zur Identifizierung einer bei der gegenseitigen Beeinflussung höherer Pflanzen wirksamen Verbindung zu überwinden sind, stellen die Arbeiten von Bonner und Galston (1944) sowie Bonner (1946) mit *Parthenium argentatum* dar. *Parthenium* hat eine wirtschaftliche Bedeutung als kautschukführende Pflanze erlangt und wird vor allem in den Südstaaten der USA und in Rußland angebaut. Bonner und Galston fanden in ihren Experimenten, daß ältere *Parthenium*-Pflanzen das Wachstum von Keimpflanzen der gleichen Art hemmen. In weiteren Untersuchungen gelang es, die wirksame Substanz als Trans-Zimtsäure zu bestimmen. Diese Verbindung ist physiologisch aktiv und hemmt das Wachstum von jungen *Parthenium*-Pflanzen noch bei einer Konzentration von 50 mg/Liter um 50%.

#### c) Die Abgabe phytotoxisch wirkender Stoffe aus Getreiderückständen

Bereits 1925 berichtete Collison in den USA über den Nachweis von Hemmstoffen in Weizenstroh. Etwa 20 Jahre später gelangten Winter und Schönbeck (1953 a, b, 1954) zu demselben Er-

gebnis. Darüber hinaus fanden diese Autoren, daß auch andere Getreidearten wie Hafer und Gerste in ihren Ernterückständen kaltwasserlösliche Stoffe enthalten, die das Wurzelwachstum von Weizenkeimpflanzen in Wasserkultur hemmen. In weiteren Arbeiten (s. Schönbeck, 1956) gelang es nachzuweisen, daß auch im Boden nach Zugabe von Stroh- häcksel und Stoppeln und im abgeernteten Acker unter den Stoppelreihen diese Hemmstoffe vorhanden waren. Wenig später konnte Börner (1955, 1956 a, b) in wässrigen Auszügen von Getreidestroh und Getreidewurzeln vier phenolische Säuren nachweisen und als p-Cumarsäure, p-Oxybenzoesäure, Ferulasäure und Vanillinsäure identifizieren. Diese Verbindungen erwiesen sich als physiologisch wirksam und hemmten das Wurzelwachstum von Roggen- und Weizenkeimpflanzen in Wasserkultur bei einer Konzentration von  $10^{-4}$  g/ml um 20 %, bei  $10^{-3}$  g/ml um ca. 50 %. Mit großer Wahrscheinlichkeit handelt es sich daher bei den identifizierten Verbindungen um Hemmstoffe, wie sie Winter und Schönbeck bei ihren Versuchen vorgelegen haben.

#### d) Die Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen

Ein anderes Problem von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist die Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen, eine Erscheinung, die sowohl in Europa als auch in Amerika weit verbreitet ist. In Deutschland sind besonders die Baumschulbesitzer gezwungen, Jahr für Jahr neue, noch nicht mit Apfelsämlingen bewachsene Ackerflächen zu pachten, um auf diese Weise der Bodenmüdigkeit auszuweichen. Auch in Kalifornien und Kanada ergeben sich mit *Citrus* und Pfirsich die gleichen Probleme. Als Hauptursache dieser Müdigkeitsercheinungen werden genannt: Spurenelementmangel, Befall der Wurzeln mit Nematoden, Störung des mikrobiologischen Gleichgewichts im Boden und, was hier von besonderem Interesse ist, allelopathische Faktoren.

#### 1. Untersuchungen über die Bodenmüdigkeit beim Pfirsich

Die als Inhaltsstoff der Pfirsichwurzelrinde bekannte Verbindung Amygdalin gelangt nach Rodung der Bäume aus den Wurzelrückständen in den Boden und wird dort zu Benzaldehyd, Blausäure und Glucose abgebaut (Patrick, 1955). An diesem Abbau sind Bakterien, Pilze aus der Fusariumgruppe und in geringem Maße auch Actinomyceten beteiligt.

Während sich Amygdalin gegenüber Pfirsichsämlingen indifferent verhält, wirkt Benzaldehyd toxisch. Auch Blausäure als weiteres Zersetzungsprodukt ist stark phytotoxisch, gelangt jedoch nicht zur Wirkung, da diese Verbindung den Boden im gasförmigen Zustande verläßt.

Die Ergebnisse von Patrick brachten ein ganz neues Element in die Untersuchungen über allelopathische Probleme. War man bisher überwiegend der Ansicht, daß eine unmittelbare Wirkung der abgegebenen Stoffe auf die nachfolgende Pflanze statt hat, so zeigte Patrick, daß auch den Mikroorganismen eine Bedeutung zukommen kann, etwa durch Umwandlung der anfallenden unwirksamen Substanzen zu phytotoxisch wirkenden Verbindungen.

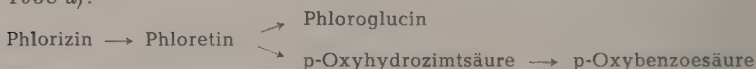
## 2. Untersuchungen über die *Citrus*- Bodenmüdigkeit

Auch bei den Arbeiten von Martin und Mitarbeitern in Kalifornien über die *Citrus*-Bodenmüdigkeit ergaben sich zunächst Anzeichen für eine Beteiligung allelopathischer Faktoren (Martin, 1950 a). Neuerdings sehen Martin und Mitarbeiter (1956, 1957, 1958) die Hauptursache der Bodenmüdigkeit in einer Veränderung der Mikroflora. Diese Ansicht mag einer gewissen Berechtigung nicht entbehren, da allgemein bekannt ist, daß die Müdigkeitserscheinungen sowohl bei *Citrus* (Martin, 1950 b) als auch bei Pfirsich und Apfel durch Behandlung des Bodens mit verschiedenen Chemikalien (CS<sub>2</sub>, Chlorpikrin, u. a.) oder Bodendämpfung, eine in erster Linie die Mikroflora des Bodens beeinflussende Maßnahme, beseitigt werden können.

## 3. Untersuchungen über die Bodenmüdigkeit beim Apfel

Parallel zu den Untersuchungen in Amerika sind auch in Deutschland ausgedehnte Experimente über die Ursachen der Apfelbodenmüdigkeit ausgeführt. Besonders durch die Arbeiten von Fastabend (1955) und Schander (1956) wurden toxische Stoffe als Hauptursache der Bodenmüdigkeit stark in den Vordergrund gestellt. Fastabend konnte dabei zeigen, daß durch zerkleinerte Wurzelrückstände wie auch durch Sickerwasser aus „müden“ Böden die Erscheinung der Bodenmüdigkeit künstlich hervorgerufen werden kann. Schander vermutete, daß, analog zum Amygdalin beim Pfirsich, ein bereits seit 1835 bekannter Inhaltsstoff der Apfelwurzelrinde, das Phlorizin, mit der Bodenmüdigkeit in ursächlichem Zusammenhang stünde.

Bei eingehenden Untersuchungen, die sich besonders mit der Rolle des Phlorizins befaßten, gelang es nachzuweisen, daß nach Zugabe von Wurzelrückständen zu verschiedenen Böden bereits nach wenigen Stunden Phlorizin bestimmbar war (Börner, 1959). Diese Verbindung wird im Boden über die folgenden Zwischenstufen abgebaut (Börner, 1958 a):



Neben Phlorizin und seinen Abbauprodukten kommen noch weitere Verbindungen aus Wurzel- und Blattrückständen des Apfels in den Boden (s. Tab. 5). Von besonderem Interesse dürfte dabei die Tatsache sein, daß aus dem herbstlichen Blattlaub funktionsfähige Enzyme herausgewaschen werden können, die in der Lage sind, die ursprünglich in den Blättern vorhandenen Verbindungen weiter zu zerlegen (s. Tab. 5). Insgesamt müssen wir bisher mit 10 Substanzen rechnen, die direkt oder als mikrobielle bzw. enzymatische Abbauprodukte aus den Rückständen in den Boden gelangen können.

Nun ist die Bodenmüdigkeit eine sehr spezifische Erscheinung, d. h. die Apfelmüdigkeit tritt im wesentlichen nur dann auf, wenn Apfel nach Apfel angebaut wird. Daher kann von den identifizierten Verbindungen auch nur die Substanz eine größere Bedeutung erlangen, die

Tabelle 5. Aus Blatt- und Wurzelrückständen anfallende organische Verbindungen. — = kein Nachweis; (+) = Nachweis fraglich; + = Nachweis; ++ = starker Nachweis; +++ = sehr starker Nachweis (nach Börner, 1960 a)

Verbindung	Blattrückstände		Wurzelrinde		Wurzelholz	
	Alkohol-extrakt	Wasser-extrakt	Alkohol-extrakt	Wasser-extrakt	Alkohol-extrakt	Wasser-extrakt
Quercitrin	++	+	++	+	+	(+)
Hyperin	+	+	+	+	—	—
Phlorizin	+++	++	+++	+++	++	+
Chlorogensäure	+	+	—	—	—	—
Quercetin	—	+	—	(+)	—	—
Phloretin	—	++	—	+	—	—
Kaffeesäure	—	+	—	—	—	—
Phloroglucin	—	++	—	—	—	—
p-Oxyhydrozimtsäure	—	+	—	—	—	—
p-Oxybenzoesäure	—	+	—	—	—	—

spezifisch für Apfel ist. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Wirkung der Chlorogensäure nicht weiter verfolgt worden, da diese Verbindung nach Reznik (1956) besonders im herbstlichen Blattlaub vieler Bäume nachweisbar und außerdem ihre Konzentration in den Blättern des Apfels gering ist. Die anderen identifizierten Substanzen wurden auf ihre Wirksamkeit gegenüber Apfelsämlingen in Wasserkultur geprüft, um die Verbindungen mit den stärksten Hemmeffekten herauszufinden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Abb. 6 graphisch dargestellt. Auf Grund dieser Resultate konnte der Kreis der für das Problem der Apfelbodenmüdigkeit wichtigen Verbindungen weiter eingeengt werden. Hauptsächlich Phlorizin (s. Abb. 7) und seine erste Abbaustufe, das Phloretin, evtl. noch p-Oxyhydrozimtsäure und p-Oxybenzoesäure können eine Bedeutung erlangen, während Quercitrin, Hyperin<sup>2)</sup> und Phloroglucin wegen ihrer geringen physiologischen Wirksamkeit für weitere Untersuchungen ausscheiden.

Die Frage, ob die in Laboratoriums- und Gewächshausversuchen erhaltenen Ergebnisse auch auf die natürlichen Verhältnisse übertragen werden können, war der Gegenstand weiterer Untersuchungen. Die Beantwortung dieser Frage war von der Lösung zweier Probleme abhängig und zwar:

- 1) wieviel Wurzelrückstände bleiben nach Rodung der Apfelsämlinge in Baumschulen im Boden zurück und
- 2) wieviel Phlorizin enthalten die im Boden zurückgebliebenen Wurzeln bzw. die anfallenden Blattrückstände.

Eine quantitative Bestimmung des Phlorizins ergab erhebliche Konzentrationen dieser Verbindung sowohl in der Wurzelrinde als auch in

<sup>2)</sup> Hyperin stand für diese Untersuchungen nicht in genügender Menge zur Verfügung. Wegen der nahen chemischen Verwandtschaft zu Quercitrin ist jedoch nicht damit zu rechnen, daß sich wesentliche Unterschiede in der Beeinflussung von Apfelsämlingen ergeben.



Tabelle 6. Gehalt der Wurzel- und Blattrückstände an Phlorizin, Quercitrin und Hyperin. Durchschnittswerte angegeben in % pro Frischgewicht.  
n. b. = nicht bestimmbar

	Phlorizin	Quercitrin	Hyperin
Wurzelrinde	8,5	n. b.	n. b.
Wurzelholz	1,0	n. b.	n. b.
Blattrückstände	2,5	0,25	0,41

den Blattrückständen, während Hyperin und Quercitrin nur in den Blattrückständen in meßbarer Menge nachweisbar waren.

Der nächste Schritt war nun, die unter natürlichen Bedingungen anfallenden Wurzel- bzw. Blattrückstände zu bestimmen. Wir führten diese Untersuchungen in einigen Baumschulen durch, da hier das Bodenmüdigkeitsproblem eine besondere Rolle spielt. Zu diesem Zweck wurde unmittelbar nach Rodung der dreijährigen Apfelsämlinge ein bestimmtes Bodenvolumen ausgegraben, die im Boden verbliebenen Wurzelreste herausgesucht und anschließend der Phlorizingehalt dieser Wurzelreste

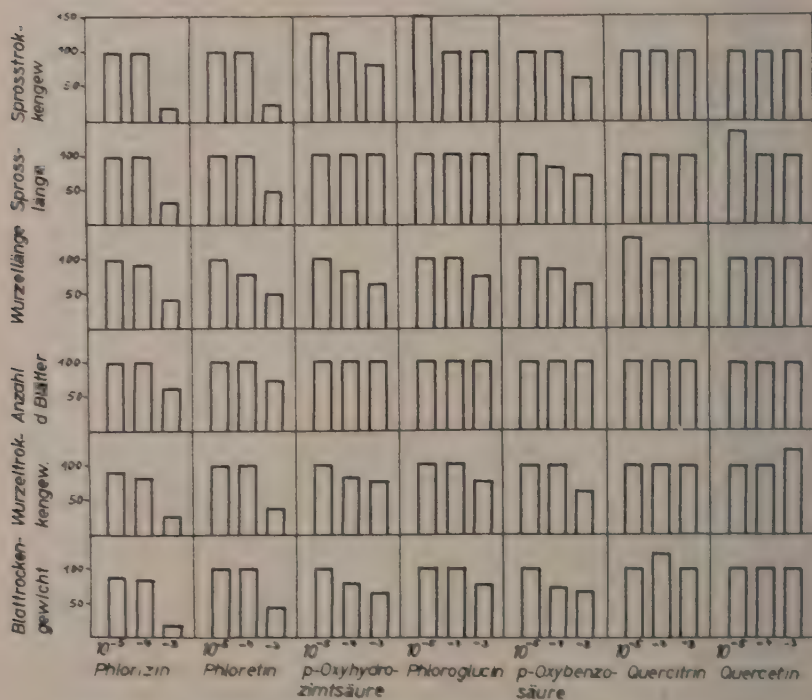


Abb 6. Der Einfluß der identifizierten Verbindungen auf das Wachstum von Apfelsämlingen in Wasserkultur. Kontrolle = 100  
(nach Börner, 1960 a)

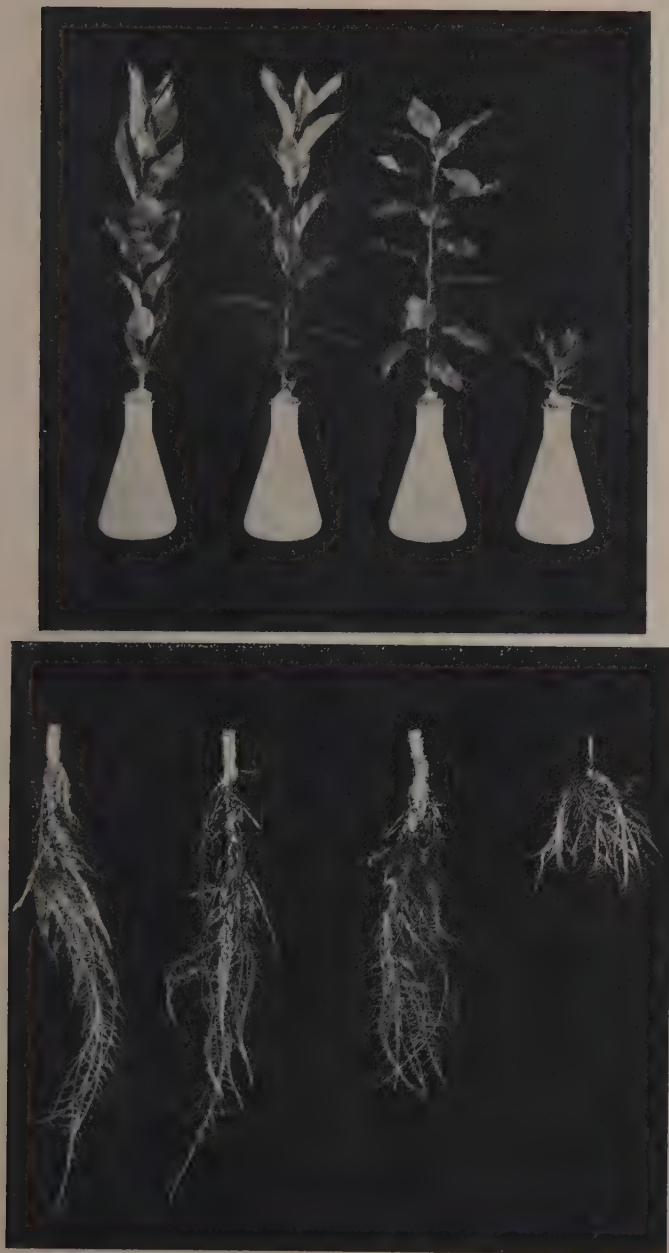


Abb. 7. Der Einfluß von Phlorizin auf das Sproß- und Wurzelwachstum von Apfelsämlingen in Wasserkultur. Von links nach rechts: Kontrolle,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  M Konzentration (nach Börner, 1959)

quantitativ bestimmt (quantitative Bestimmungsmethode s. Börner, 1960 a). Entsprechend wurde mit den Blattrückständen verfahren. Die auf diese Weise erhaltenen Phlorizinmengen wurden auf einen Wert  $\Gamma$  pro  $\text{cm}^3$  Boden umgerechnet und mit den entsprechenden Zahlen der Testversuche verglichen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten eindeutig, daß die maximal im Boden vorliegenden Konzentrationen an Phlorizin nicht ausreichen können, um einen unmittelbaren Einfluß auf die nachfolgenden Apfelsämlinge auszuüben (Zahlenmaterial und ausführliche Diskussion der Versuche s. Börner, 1960 a). Da die Abbauprodukte des Phlorizins eine geringere physiologische Wirksamkeit besitzen, ist ebenfalls nicht mit einem Einfluß dieser Substanzen zu rechnen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, daß Phlorizin und ebenso die anderen nachgewiesenen Verbindungen über die Mikroflora des Bodens, etwa durch Verschiebung des mikrobiologischen Gleichgewichts, für die Bodenmüdigkeit noch von Bedeutung werden können.

### III. Allelopathische Erscheinungen in forstlichen Kulturen

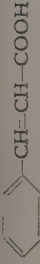
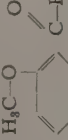
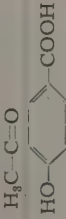

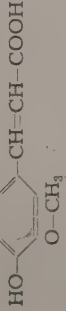

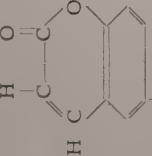

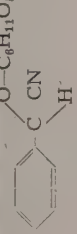
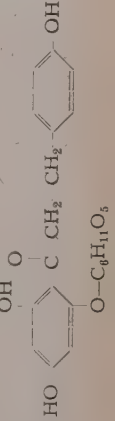
Über allelopathische Erscheinungen in forstlichen Kulturen ist verhältnismäßig wenig gearbeitet worden. Demzufolge sind auch die bisher bekannt gewordenen Ergebnisse noch recht spärlich.

Über keimhemmende Stoffe in der Fichtenstreu berichtete Bublitz (1953 a), während Winter und Bublitz (1953 a) ebensolche Stoffe in der Buchenstreu fanden. In diesem Zusammenhang sind noch die Untersuchungen von Watt und Fraser (1933) interessant, die feststellten, daß die Laubschicht aus Buchenwäldern viele Pflanzen in ihrem Cedeihen erheblich beeinflußt. Neben den keimhemmenden Stoffen fanden Bublitz (1953 b) sowie Winter und Bublitz (1953 b) in der Fichtenstreu bzw. dem Fichtenrohhumus antibiotisch wirksame Substanzen. Weitere Ergebnisse über allelopathische Erscheinungen in forstlichen Kulturen liegen von Bautz (1953) und einigen russischen Autoren (s. Grümmer, 1955) vor. Es gelang jedoch bisher nicht, die wirksamen Verbindungen zu identifizieren.

Neben allelopathischen Faktoren scheinen Konkurrenzerscheinungen eine wichtige Rolle zu spielen. Hierauf wird jedoch von Knapp (Angew. Bot. 34, 1960. 179) ausführlicher eingegangen.

### IV. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Der kurze Überblick über die Bedeutung der Allelopathie in landwirtschaftlichen und forstlichen Kulturen hat gezeigt, daß noch viele Probleme ungelöst sind. Wir dürfen jedoch als großen Fortschritt betrachten, daß dem Stadium der bloßen Beschreibung von Beobachtungen, der vagen Behauptungen und Hypothesen exakte experimentelle Untersuchungen gefolgt sind. Durch die Anwendung moderner analytischer Nachweisverfahren wie z. B. der Papierchromatographie, Papierelektrophorese u. a. sind auch in der Identifizierung der wirksamen Stoffe in den letzten Jahren erfreuliche Fortschritte erzielt worden. Da es nicht möglich war, auf alle Arbeiten einzugehen, in denen es bisher gelang, die toxischen Stoffe nachzuweisen, sind in Tabelle 7 nochmals alle wichtigen Daten

Chemische Struktur	Bezeichnung	Parthenium argentum	Wurzeln	Bonner (1946)
	Trans-Zimtsäure	<i>Parthenium argentum</i>	Wurzeln	Bonner (1946)
	3-Acetyl-6-methoxybenzaldehyd	<i>Encelia farinosa</i>	Blätter	Gray and Bonner (1948 a, b)
	p-Oxybenzoesäure	<i>Secale cereale</i> <i>Triticum aestivum</i> <i>Hordeum vulgare</i>	Stroh und Wurzelrückstände	Börner (1955, 1956 a, b)
	p-Cumarsäure			
	Ferulasäure			
	Vanillinsäure	<i>Avena sativa</i>	Wurzeln	Eberhardt (1954, 1955) Martin (1956, 1957)
	Scopoletin	<i>Juglans nigra</i>	Blätter	Bode (1958) u. a.
	Juglon	<i>Prunus persica</i>	Wurzelrückstände	Patrick (1955)
	Amygdalin	<i>Pirus malus</i>	Blatt- und Wurzelrückstände	Börner (1959, 1960 a)
	Phlorizin			



in dieser Richtung aufgeführt (Zusammenfassung aller bisher im Zusammenhang mit dem Problem der Bodenmüdigkeit identifizierten Verbindungen s. Börner, 1960 b). Nicht berücksichtigt wurden dabei die einfachen Verbindungen wie Aminosäuren und Zucker, da ihre physiologische Wirksamkeit wenig ausgeprägt, ihre unmittelbare Bedeutung für die Allelopathie daher gering ist.

Ein weiteres wichtiges Problem, das hier noch kurz gestreift werden muß, ist die Frage, ob die vielfach in Laboratoriumsversuchen erhaltenen Ergebnisse auch auf die natürlichen Verhältnisse zu übertragen sind. Die sichere Klärung dieses Punktes stößt jedoch in den meisten Fällen auf enorme Schwierigkeiten, da es vielfach unmöglich ist, allein schon die allelopathischen Faktoren von den Konkurrenzfaktoren exakt zu trennen. Wie diese Hürde durch quantitative Untersuchungen umgangen werden kann, wurde am Beispiel der Apfelbodenmüdigkeit demonstriert (Börner, 1960 a). Hier zeigt sich wieder einmal mehr, daß die durchaus positiv verlaufenen Laboratoriums- und Gewächshausversuche sich nicht auf die natürlichen Verhältnisse übertragen lassen. Auch Bonner (1946) sowie Eberhardt und Martin (1957) gelangten bei ihren Versuchen zu denselben Erkenntnissen mit den Objekten *Parthenium argentatum* bzw. *Avena sativa*. Auf Grund dieser Untersuchungen können wir schon heute sagen, daß, abgesehen von Blattausscheidungen, bei denen in einigen Fällen ein gesicherter allelopathischer Effekt festgestellt wurde (s. Bode, 1939, 1958; Grümmer, 1958), der unmittelbaren Wirkung der aus Wurzeln und Rückständen in den Boden gelangenden Stoffen auf andere bzw. die nachfolgenden Pflanzen nicht die Bedeutung zukommt, die man ihr lange Zeit zuschrieb.

Insbesondere die Ursachen der Bodenmüdigkeit erscheinen heute verwickelter denn je. Es wird bei den weiteren Untersuchungen darauf ankommen, nicht nur vom Standpunkt der klassischen Allelopathie, d. h. einer unmittelbaren Wirkung der abgegebenen Stoffe, die Arbeiten in Angriff zu nehmen, sondern der mittelbaren Wirkung dieser Verbindungen, etwa über die Mikroflora des Bodens, mehr als bisher Beachtung zu schenken. Gerade neuere Untersuchungen in Kanada (Mountain und Patrick, 1959) deuten darauf hin, daß durch eine Kombination allelopathischer Faktoren mit anderen im Boden wirksamen Faktoren größere Fortschritte in der Lösung der aufgezeigten Probleme zu erwarten sind.

#### V. Literaturverzeichnis

- Bautz, E., Einwirkung verschiedener Bodentypen und Bodenextrakte auf die Keimung von *Picea excelsa*. Ztschr. Bot. **41**, 41—84, 1953.
- Becquerel, P., et J. Rousseau, Sécrétions par les racines du lin d'une substance spécifique pour une nouvelle culture de cette plante. Compt. rend. Acad. Sci. Paris **213**, 1028—1030, 1941.
- Bode, H. R., Über Blattausscheidungen des Wermuts und ihre Wirkung auf andere Pflanzen. Planta **30**, 567—589, 1939.
- , Beiträge zur Kenntnis allelopathischer Erscheinungen bei einigen Juglandaceen. Planta **51**, 440—480, 1958.

- Bonner, J., Further investigation of toxic substances which arise from guayule plants: relation of toxic substances to the growth of guayule in soil. Bot. Gaz. **107**, 343—351, 1946.
- , and A. W. Galston, Toxic substances from the culture media of guayule which may inhibit growth. Bot. Gaz. **106**, 185—198, 1944.
- Bö r n e r, H., Untersuchungen über phenolische Verbindungen aus Getreidestroh und Getreiderückständen. Naturwissenschaften **42**, 583—584, 1955.
- , Der papierchromatographische Nachweis von Ferulasäure in wäßrigen Extrakten von Getreidestroh und Getreiderückständen. Naturwissenschaften **43**, 129—130, 1956 a.
- , Die Abgabe organischer Verbindungen aus den Karyopsen, Wurzeln und Ernterückständen von Roggen (*Secale cereale* L.), Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Gerste (*Hordeum vulgare* L.) und ihre Bedeutung bei der gegenseitigen Beeinflussung der höheren Pflanzen. Beitr. Biol. Pflanze **33**, 33—83, 1956 b.
- , Untersuchungen über den Abbau von Phlorizin im Boden. Ein Beitrag zum Problem der Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. Naturwissenschaften **45**, 138—139, 1958 a.
- , Experimentelle Untersuchungen zum Problem der gegenseitigen Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern. Biol. Zentralbl. **77**, 310 bis 328, 1958 b.
- , Nachweis phenolischer Verbindungen in Leinsamen und ihre Abgabe während der Quellung. Flora **145**, 479—496, 1958 c.
- , The apple replant problem. I. The excretion of phlorizin from apple root residues. Contr. Boyce Thompson Inst. **20**, 39—56, 1959.
- , Experimentelle Untersuchungen über die Bodenmüdigkeit beim Apfel (*Pirus malus* L.) Beitr. Biol. Pflanze 1960 a (im Druck).
- , The liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. Bot. Rev. **26**, 393—424, 1960 b.
- , P. Martin, H. Clauss und B. Rademacher, Experimentelle Untersuchungen zum Problem der Bodenmüdigkeit am Beispiel von Lein und Roggen. Ztschr. Pflanzenkrankh. **66**, 691—703, 1959.
- , und B. Rademacher, Untersuchungen zum Problem der echten Selbstunverträglichkeit des Leins (*Limun usitatissimum* L.). Ztschr. Pflernährg., Düngg., Bodenkunde **76**, (121), 123—132, 1957 a.
- , —, Experimentelle Untersuchungen zum Problem der Selbstverträglichkeit der höheren Pflanzen. Naturwissenschaften **44**, 498—499, 1957 b.
- Bublitz, W., Die Bedeutung von Hemmstoffen für die Forstwirtschaft. II. Mitteilung. Untersuchungen über den Nachweis antibiotisch wirkender Fichtenrohhumussubstanzen und ihr Einfluß auf die Entwicklung von Bodenbakterien. Madaus Jahresber. **6**, 92—106, 1953 a.
- , Über die keimhemmende Wirkung der Fichtenstreu. Naturwissenschaften **40**, 275—276, 1953 b.
- Buchli, M., Ökologie der Ackerunkräuter der Nordostschweiz. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz **19**, 1936.
- Burmester, H., Einiges über die Nährstoffaufnahme und die Vegetation der gemeinen Quecke, *Agropyrum repens*. Fühlings Landw. Ztg. **63**, 547—556, 1914 (nach Grümmer, 1955).
- Collison, R. C., and H. J. Conn, The effect of straw on plant growth. New York (Geneva) Agr. Expt. Sta. Tech. Bull. **114**, 35 S., 1925.

- Eberhardt, F., Ausscheidung einer organischen Verbindung aus den Wurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.). *Naturwissenschaften* **41**, 259, 1954.
- , Über fluoreszierende Verbindungen in der Wurzel des Hafers. Ein Beitrag zum Problem der Wurzelausscheidungen. *Ztschr. Bot.* **43**, 405—422, 1955.
- , und P. Martin, Das Problem der Wurzelausscheidungen und seine Bedeutung für die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. *Ztschr. Pflanzenkrankh.* **64**, 193—205, 1957.
- Fastabend, H., Über die Ursachen der Bodenmüdigkeit in Obstbaumschulen. Hilstrup/Münster 1955.
- Gray, R., and J. Bonner, An inhibitor of plant growth from the leaves of *Encelia farinosa*. *Amer. J. Bot.* **35**, 52—57, 1948 a.
- , —, Structure determination and synthesis of a plant growth inhibitor, 3-acetyl-6-methoxybenzaldehyde, found in the leaves of *Encelia farinosa*. *J. Amer. Chem. Soc.* **70**, 1249—1253, 1948 b.
- Grümmner, G., Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen — Allelopathie —. Fischer Jena 1955.
- , Die Beeinflussung des Leinertrages durch *Camelina*-Arten. *Flora* **146**, 158—177, 1958.
- Hurtig, I., Über die allelopathische Beeinflussung der Keimfähigkeit und Triebkraft von Samen verschiedener Kulturpflanzen und Unkräuter. *Wiss. Ztschr. Univ. Rostock, Mathem.-naturwiss. Reihe* **2**, H 3 145—157, 1953.
- Knapp, R., Experimentelle Soziologie der höheren Pflanzen. Ulmer, Stuttgart u. Ludwigsburg 1954.
- Kolb, F., Über die gegenseitige Beeinflussung von Kulturpflanzen und Unkräutern. Dissertation Hohenheim (in Vorbereitung).
- Kuhn, J., Biologischer Daseinskampf zwischen Unkraut und Kulturpflanzen. *Mitt. dtsh. Landw. Ges.* **47**, 7—8, 1932 a.
- , Daseinskampf zwischen Blattfrucht und Unkraut. *Mitt. dtsh. Landw. Ges.* **47**, 40—42, 1932 b.
- Mann, H. H., and T. W. Barnes, The competition between barley and certain weeds under controlled conditions. I.—IV. *Ann. appl. Biol.* **32**, 15—22, 1945; **34**, 252—266, 1947; **36**, 273—281, 1948; **37**, 139—148, 1950; **39**, 111—131, 1952.
- , —, The mutual effect of ryegrass and clover when grown together. *Ann. appl. Biol.* **40**, 566—572, 1953.
- Martin, J. P., Effect of various leaching treatments on growth of orange seedlings in old citrus soils. *Soil Sci.* **69**, 433—442, 1950 a.
- , Effect of soil fungi on germination of sweet orange seeds and development of young seedlings. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **14**, 184—188, 1950 b.
- , R. C. Baines and J. O. Ervin, Influence of soil fumigation for citrus replants on the fungus population of the soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **21**, 163—166, 1957.
- , and J. O. Ervin, Changes in fungus population of California old citrus orchard soils when cropped to orange seedlings in the greenhouse. *Soil. Sci.* **86**, 152—155, 1958.

- Martin, J. P., L. J. Klotz, T. A. De Wolfe and J. O. Ervin: Influence of some common soil fungi on growth of citrus seedlings. *Soil Sci.* **81**, 259—267, 1956.
- Martin, P., Qualitative und quantitative Untersuchungen über die Ausscheidung organischer Verbindungen aus den Keimwurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.). *Naturwissenschaften* **43**, 227—228, 1956.
- , Die Abgabe organischer Verbindungen, insbesondere von Scopoletin, aus der Keimwurzel des Hafers. *Ztschr. Bot.* **45**, 475—506, 1957.
- , und B. Rademacher, Untersuchungen zur Frage der Wurzelallelopathie von Kulturpflanzen und Unkräutern. *Beitr. Biol. Pflanze* **35**, 213—237, 1960.
- Mountain, W. B., and Z. A. Patrick, The peach replant problem in Ontario. VII. The pathogenity of *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filip & Stek. 1941. *Canad. J. Bot.* **37**, 459—470, 1959.
- Osvald, H., Root exudates and seed germination. *Kungl. Lantbr. Högsk. Ann., Uppsala* **16**, 789—796, 1949.
- Patrick, Z. A., The peach replant problem in Ontario. II. Toxic substances from microbial decomposition products of peach root residues. *Canad. J. Bot.* **33**, 461—486, 1955.
- Rademacher, B., Über den antagonistischen Einfluß von Roggen und Weizen auf Keimung und Entwicklung mancher Unkräuter. *Pflanzenbau* **17**, 131—143, 1940.
- , Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. In: *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Band IX, 655—706, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959.
- Reznik, H., Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der chymochromen Farbstoffe. *Sitzungsber. Heidelberger Akad. d. Wissensch., Math.-naturwiss. Klasse.* Heidelberg 1956.
- Schander, H., Die Bodenmüdigkeit bei Obstgehölzen. Bonn-München-Wien 1956.
- Schönbeck, F., Untersuchungen über Vorkommen und Bedeutung von Hemmstoffen in Getreiderückständen innerhalb der Fruchtfolge. *Ztschr. Pflanzenkrankh.* **63**, 513—545, 1956.
- Watt, A. S., and K. G. Fraser, Tree roots and field layer. *J. Ecology* **21**, 404—414, 1933.
- Winter, A. G., und W. Bublitz, Über die keim- und entwicklungshemmende Wirkung der Buchenstreu. *Naturwissenschaften* **40**, 416, 1953 a.
- , —, Untersuchungen über die antibakteriellen Wirkungen im Bodenwasser der Fichtenstreu. *Naturwissenschaften* **40**, 345—346, 1953 b.
- Winter, A. G., und F. Schönbeck, Untersuchungen über die Beeinflussung der Keimung und Entwicklung von Getreidesamen durch Kaltwasserauszüge aus Getreidestroh. *Naturwissenschaften* **40**, 168—169, 1953 a.
- , —, Untersuchungen über den Einfluß von Kaltwasserextrakten aus Getreidestroh und anderer Blattstreu auf Wurzelbildung und -wachstum. *Naturwissenschaften* **40**, 513—514, 1953 b.
- , —, Untersuchungen über wasserlösliche Hemmstoffe aus Getreibeböden. *Naturwissenschaften* **41**, 145—146, 1954.



## Besprechungen aus der Literatur

**Forschungsvorhaben der Landbau-, Ernährungs- und Forstwissenschaft.** Eine Zusammenstellung der in den einzelnen Instituten der Bundesrepublik Deutschland in Bearbeitung befindlichen wissenschaftlichen Vorhaben. Hrsgb. H. D. Griesau, Forschungsrat f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten. BLV Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien 1960. 212 S., kart. 18,50 DM.

Während man in Großbritannien, Holland und Belgien bereits seit einiger Zeit Verzeichnisse aller laufenden Forschungsvorhaben veröffentlicht, fehlte bisher ein derartiger Überblick für die Bundesrepublik und Westberlin. Es ist äußerst begrüßenswert, daß sich der Geschäftsführer des Forschungsrates für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Herr Dr. Griesau, der mühevollen Aufgabe unterzogen hat, eine entsprechende Zusammenstellung für die einschlägigen Disziplinen anzufertigen. Die größte Schwierigkeit bei diesem Vorhaben bestand darin, den Stoff so sinnvoll aufzugliedern, daß der Benutzer sich ohne größere Mühe zurechtfinden kann. Das Vorhaben kann als durchaus gelungen bezeichnet werden. Daß ein Stichwortverzeichnis, wie es zunächst sinnvoll erscheinen könnte, sich nicht anfertigen läßt, hat Ref. nach einem Versuch einsehen müssen. So dürfte mit dieser Schrift der Zweck erreicht werden, die Zusammenarbeit der Forschungsinstitute, nicht nur im Inlande, zu fördern und Doppelarbeit zu vermeiden. Außenstehenden gewährt die Zusammenstellung einen wertvollen Einblick in die Aufgabengebiete der einschlägigen Forschungsstätten und die aktuellen Probleme. Ihre Anschaffung ist nicht nur jedem Institutsleiter, sondern auch den Behörden, Organisationen und der Industrie zu empfehlen, soweit sie mit der Landbau-, Ernährungs- und Forstwissenschaft Berührung haben.

Hassebrauk, Braunschweig

**Hackbarth, J., und H. J. Troll,** Anbau und Verwertung von Süßlupinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main 1960. 116 S., 19 Abb., brosch. 6,60 DM.

Die im Jahre 1939 erstmals von Hackbarth und Husfeld herausgegebene Monographie über die „Süßlupine“ ist in der vorliegenden Schrift neu bearbeitet und erweitert. In übersichtlicher Darstellung werden dem Leser die Züchtungsgeschichte, die Technik des Lupinenanbaus zur Körner- und Grünfüttertergewinnung sowie die Verwertungsmöglichkeiten der Süßlupinen nahegebracht. Eine kurze Erörterung betriebswirtschaftlicher Fragen, wie sie sich durch den Lupinenanbau stellen, ein Tabellenanhang und ein Literaturnachweis mit über 100 wesentlichen Veröffentlichungen runden die Arbeit ab.

Beide Verfasser stammen noch aus dem ehemaligen Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg und sind durch langjährige Forschungsarbeit mit den drei beschriebenen Lupinenarten (*Lupinus luteus*, *L. angustifolius*, *L. albus*) bestens vertraut. Liegt auch der Wert dieser Monographie vornehmlich in der Arbeit des Sichtens und Ordners der vielfältigen Einzelerkenntnisse begründet, so bekommt sie doch ihren Reiz erst durch den Schatz an persönlichen Erfahrungen, aus dem beide Verfasser schöpfen. Die Arbeit wird deshalb nicht nur für den von Nutzen sein, der

aus solchen Erfahrungen Vorteil ziehen will, sondern auch die Aufmerksamkeit der Leser beanspruchen, die sich für die Entstehungsgeschichte einer neuen Kulturpflanze interessieren. K. Baumeier, Göttingen

**Hill, J. B., L. O. Overholts, H. W. Popp and A. R. Grove, Botany.**

A Textbook for Colleges. 3. Aufl., McGraw Hill Publ. Comp. Ltd., New York, Toronto, London 1960. 571 S., zahlr. Abb. 69/6 s.

Unter der großen Zahl von Lehrbüchern botanischer Teilgebiete oder der allgemeinen Botanik, die in angelsächsischer Sprache und gerade auch im gleichen Verlage erschienen sind, nimmt dieses „Textbook for Colleges“ schon wegen seines eigenwilligen Aufbaus einen besonderen Platz ein. In der Regel findet sich ja in Lehrbüchern eine Trennung zwischen Morphologie, Anatomie, Physiologie usw. und nur gelegentlich wird dieses Aufbauprinzip mehr oder weniger stark — wie z. B. bei Walter — durchbrochen. Die Verfasser des vorliegenden Werkes haben sich von Anfang an (die erste Auflage erschien 1936) von dem Gedanken leiten lassen, Bau und Physiologie miteinander zu verflechten und den Studierenden jeweils dort an die einzelnen physiologischen Probleme heranzuführen, wo sie sich nach ihrer Meinung am sinnvollsten einbauen lassen. So werden anabolische Stoffwechselvorgänge im Anschluß an das Blatt, katabolische im Anschluß an das Kapital „Fruits, Seeds, and Seedlings“ besprochen; die Zellteilungsvorgänge werden im Zusammenhang mit den Wurzeln abgehandelt, weil Wurzelzellen das beliebteste Demonstrationsobjekt dafür sind; Wachstum und Bewegung finden sich nach dem Kapitel „Stems“ usw. Der Vererbung ist dann ein Abschnitt vor den sieben Kapiteln über Systematik gewidmet. Die Verfasser begründen die Struktur ihres Lehrbuches mit didaktischen Erwägungen. Sie halten es für ratsam, den Anfänger schrittweise an die Physiologie heranzuführen. Das ist naturgemäß Auffassungssache. Ref. vertritt die Ansicht, daß dem Studenten gerade die Physiologie leichter erschlossen wird, wenn er die so vielfach verflochtenen Prozesse in fugenlosem Zusammenhange kennenlernt. — Ein Vorzug des Buches ist, daß es die wichtigsten Teilgebiete der Botanik enthält, daß es aber andererseits nicht allzusehr ins Detail geht, sondern sich auf das Grundlegende und Wichtigste beschränkt. Der Aufgabe, dem Schüler eines College zunächst einmal ein möglichst umfassendes Bild von der Botanik zu vermitteln, wird das Buch so zweifellos gerecht. Für diesen Zweck sind auch die zahlreichen instruktiven und belebenden Abbildungen sowie ein Glossar der botanischen Fachausdrücke äußerst zu begrüßen. — Für höhere Ansprüche stehen dem Studierenden der Naturwissenschaften später zahlreiche andere Lehrbücher zur Verfügung.

Hassebrauk, Braunschweig

**Kotte, W., Leitfaden des Pflanzenschutzes im Obst- und Gemüsebau.**

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1960. 136 S., 98 Abb., kart. m. Lw.-Rücken 9,80 DM.

Dieser „Leitfaden“ ist nach den Worten des Verfassers „bestimmt für den Gartenbesitzer, den jungen Gärtner und für jeden, der Obst- und Gemüsebau nicht geradezu als Haupterwerb betreibt“. Für den zünftigen Praktiker wird auf die umfangreicheren Fachbücher des Autors verwiesen. Dieser Hinweis sollte aber neben dem am Obst- und Gemüsebau interessierten Laien auch den Fachmann nicht hindern, dieses klare und bewußt kurz gefaßte Büchlein zur Hand zu nehmen. Dankbar begrüßt der Leser

den Wegweiser durch die reichhaltige Liste moderner Schädlingsbekämpfungsmittel; er begreift aber auch nach der Lektüre des meisterhaft dargestellten Stoffes, daß Krankheiten und Schädlinge im Obst- und Gemüsebau nicht nur mit chemischen Pflanzenschutzmitteln, sondern durch prophylaktische Maßnahmen, durch richtige Kulturmethoden, Düngung und Pflegemaßnahmen „bekämpft“ werden können.

Nach der Einleitung „Warum Pflanzenschutz“ folgen allgemein verständlich gehaltene Kapitel über die Entstehung der Pflanzenkrankheiten und des Schädlingsbefalls, ferner über ihre Verhütung, bei der die Kulturmaßnahmen vorangestellt werden. Die Schädlingsbekämpfung gliedert sich in drei Abschnitte: Mechanische, biologische und chemische Bekämpfung; besonders der zweitgenannte dürfte für viele Gegner des chemischen Pflanzenschutzes aufschlußreich sein. Bei der Einführung in die Liste der Schädlingsmittel, deren Umfang leider zwangsläufig von Jahr zu Jahr wächst, wäre ein Hinweis auf das jährlich erscheinende Merkblatt 1 der Biologischen Bundesanstalt angebracht; außerdem würde eine Abbildung des Anerkennungszeichens der BBA dem Laien die Unterscheidung anerkannter von anderen Präparaten erleichtern. Aber sonst gibt gerade dieses Kapitel einen hervorragenden Leitfaden durch die Vielzahl der heute angebotenen Mittel und Geräte.

Der Hauptteil (III) enthält auf 94 Seiten fast alle bekannten und wichtigen Krankheiten und Schädlinge der Obstgewächse und Gemüsepflanzen. Den beiden Hauptgruppen Obst und Gemüse sind Kapitel über allgemein vorkommende Krankheiten und Schädlinge vorangestellt; außerdem erleichtern einfachste Bestimmungstabellen das Auffinden des gesuchten Erregers bzw. Schädlings. Derartige Tabellen mit Beschreibungen der Schadbilder stehen auch am Anfang der Abschnitte für jede einzelne Kulturpflanze. Die Beschreibungen der Krankheitserscheinungen selbst sind denkbar prägnant; ihre Diagnose wird durch ausgezeichnete Abbildungen wesentlich erleichtert. Alles in allem eine Zusammenstellung, die in vorbildlicher Weise der im Vorwort gegebenen Absicht gerecht wird, und die eine wertvolle Ergänzung der Pflanzenschutzliteratur darstellt. Hoffentlich trägt sie dazu bei, auch in Laienkreisen das Wissen um den Pflanzenschutz im Obst- und Gemüsebau zum Nutzen der Kulturen zu erweitern. Erleichtert wird dieser Wunsch durch die Wohlfeilheit des gut ausgestatteten Büchleins.

Orth, Fischenich

**Liebmann, H.**, Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie.

Biologie des Trinkwassers, Frischwassers, Vorfluters und Abwassers. Bd. II. R. Oldenbourg, München 1958.

Im Heft 4 S. 172 des Bd. 23 dieser Zeitschrift wurden die ersten 3 Lieferungen des obengenannten Werkes besprochen. In der Zwischenzeit erschienen die Lieferungen 4 (S. 481—640, 133 Abb.), 5 (S. 641—800, 28. Abb.) und 6 (S. 801—960, 14. Abb.). Diese Lieferungen enthalten die Kapitel: „Biologie des Abwassers“ (211 S.) und „Toxikologie des Abwassers“ (281 S.).

Biologisch wichtig dürfte das 1. Kapitel sein, in dem die biologische Reinigung von häuslichem, städtischem, gewerblichem und industriellem Abwasser eingehend behandelt wird. Ausführlich werden hier die Probleme um die Abwasserteiche, Belebungsbecken, Tropfkörper etc. besprochen und auch die Möglichkeiten zur Vernichtung pathogener Keime im Abwasser. Im toxikologischen Kapitel finden wir in den Abschnitten: „Allgemeiner Teil“, „Sauerstoffmangel und anorganische Gifte“, „Organische Gifte“, nach

den einzelnen Giften geordnet eine sehr umfassende Literaturübersicht über die möglichen Schädigungen, die vor allem für entsprechende Gutachten auf Grund ihrer Ausführlichkeit sehr wertvoll sein werden.

Es fehlt nun lediglich noch die 7. Lieferung mit den Kapiteln: „Spezielle Schädigungen der Organismen, besonders der Fische durch nicht giftig wirkende Substanzen“ und „Biologische Wasserwirtschaft“, weiter das Literatur-, Namen- und Sachverzeichnis. Wenn diese, für den Juli 1960 vom Verlag angekündigte Lieferung, erschienen ist, sollte man dem Verf. danken, daß er mit so viel Sorgfalt und Mühe, Objektivität und Geschick das vorliegende Handbuch der Frisch- und Abwasser-Biologie bearbeitete, und man möchte ihm wünschen, daß durch dieses Werk das Interesse der Biologen an den hier behandelten Problemen stärker als bisher geweckt wird.

U. Ruge, Hamburg

**Linser, H., und K. Kaindl, Isotope in der Landwirtschaft.** Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1960. 442 S., 214 Abb., 105 Tab. Ganzln. 86,— DM.

Das Buch trägt den Untertitel: „Methoden und Ergebnisse des Einsatzes radioaktiver Stoffe und stabiler Isotope in der landwirtschaftlichen Forschung und Praxis“. Besonders zu begrüßen ist, daß spezielle Abschnitte von Fachwissenschaftlern bearbeitet wurden: Massenspektrographie von F. Viehböck, Elektronik von H. Hubmer, Methoden zur Herstellung von markierten Verbindungen und Autoradiographie von N. Getoff und Arbeiten zum Virusproblem von L. Sverak.

Die Literaturzusammenstellung am Schluß des Buches bringt 1400 Titel über wissenschaftliche Arbeiten, vornehmlich der letzten 10 Jahre, bei denen Isotope zur Anwendung kamen! Deutlicher kann wohl kaum die Bedeutung der Isotopentechnik in der modernen landwirtschaftlichen Forschung zum Ausdruck gebracht werden. Dieses umfangreiche Material haben die Autoren geordnet und in eine Form gepreßt. Auf etwa 150 Seiten werden die neuesten mit Isotopen gewonnenen Ergebnisse aus folgenden Gebieten gebracht:

Bodenkunde, Pflanzenernährung, Pflanzenzüchtung, Tierernährung, Tierhaltung, Tierzüchtung, Pflanzenschutz, Unkrautbekämpfung und Lebensmittelkonservierung. Spezielle Kapitel bringen Arbeiten über Sterilisation mittels Strahlen, über die natürliche Strahlenbelastung der Lebewesen und über radioaktive Verseuchung von Böden, Pflanzen und Gewässern.

Sinn dieser Zusammenstellung ist zu zeigen, was bisher mit Isotopen gemacht und wie es gemacht wurde. Außerdem enthält sie zahlreiche Hinweise über das, was man noch mit Isotopen machen kann. Einmal ist es also eine Bestandaufnahme der bisherigen Ergebnisse, zum anderen aber auch eine Anleitung zum Arbeiten mit Isotopen. Jeder, der die Absicht hat, Isotope anzuwenden, sollte vorher auf Grund der vorliegenden Ergebnisse prüfen, ob der Einsatz lohnt, ob nicht auch ohne Isotope das gleiche Forschungsergebnis erzielt wird. Eine kritische Durchsicht der Arbeiten, die z. B. aus dem Gebiet der Bodenkunde und Pflanzenernährung durchgeführt wurden, lassen oft die Frage auftauchen: „Ging es nicht anders ebenso gut?“ Das Studium der bisherigen Arbeiten sollte daher Voraussetzung sein für die weitere Forschung. Die Autoren haben die bisherigen Arbeiten mit Isotopen kritiklos aneinandergereiht, wodurch manchmal der Eindruck entsteht, als wäre der Einsatz eines Isotops unerlässlich gewesen. Ohne Zweifel hat aber z. B. die Isotopenanwendung bei der Untersuchung von pflanzlichen Stoffwechselvorgängen oder bei Arbeiten über Aufnahme und



Verteilung von Nährstoffen in der Pflanze wertvolle Ergebnisse gebracht, wie die speziellen Abschnitte zeigen.

Bevor die Autoren aber die mit Isotopen durchgeführten Arbeiten und deren Ergebnisse schildern, bringen sie in knapper Form die kernphysikalischen Grundlagen. Diese Kapitel reichen zwar für eine kurze Information, ersparen dem Forscher aber nicht das Studium der Fachliteratur.

Einen breiten Raum nehmen die labortechnischen Abschnitte ein, die eigentlich das Buch zu dem machen, was es ist: Eine Anleitung zum Arbeiten mit Isotopen. K. Ka ind l, selbst Leiter eines Isotopenlabors, hat hier alle die Dinge aufgezeigt, die für die Einrichtung eines Isotopenlabors erforderlich sind und was von der Planung eines Versuches bis zur Auswertung zu beachten ist. Diese Abschnitte füllen eine Lücke und jeder, der mit Isotopen arbeiten will, sollte sie erst lesen. Das Studium der Kapitel über Strahlenschutz, Markieren von Chemikalien, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, Präparieren von Proben, Messung der Strahlung, Auswertung und Fehlerrechnung erspart manches eigenwillige Experimentieren. Die Grundlagen der Autoradiografie, ihre Technik und Grenzen werden nicht nur nach der Literatur, sondern auch aus eigener Erfahrung geschildert. Einfaches Bildmaterial über Technik der Präparation von Schnitten, Proben usw. machen den Text klarer. Die Kapitel über Strahlungseinrichtungen, Dosimetrie und Massenspektroskopie bringen nicht nur theoretische Grundlagen, sondern auch ihre Anwendungsmöglichkeiten, Auswertung und Grenzen.

Der Versuch der Autoren, das in der gesamten Literatur zerstreut liegende Material über die Grundlagen der Nukleonik, der Isotopen- und Bestrahlungstechnik sowie über die bisherigen Forschungsergebnisse zusammenzustellen, kann als gelungen bezeichnet werden. Wenn auch bei der heute schnell fortschreitenden Forschung immer neue Möglichkeiten der Anwendung von Strahlen und Isotopen sich auftun, so werden die hier geschilderten Erfahrungen doch eine Grundlage für die Anwendung der Isotope in der Landwirtschaft bleiben. — A. K l o c k e, Berlin-Dahlem

**Stählin, A.,** Die Acker- und Grünlandleguminosen im blütenlosen Zustand. DLG-Verlag, Frankfurt am Main 1960. 164 S., 101 Abb., Hlw. 8,80 DM.

Die Bestimmung von Pflanzen im blütenlosen Zustande ist nicht immer leicht, aber gerade im Falle der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen für den Landwirt, für den Saatenanerkenner usw. nicht selten sehr bedeutsam. Um so erfreulicher ist es, wenn ihm — wie mit dem vorliegenden Buche — gediegene Hilfsmittel an die Hand gegeben werden. Neben die bereits vorhandenen bewährten Bestimmungsschlüssel für Gräser und Grünlandkräuter im blütenlosen Zustande tritt nunmehr dieser alle landwirtschaftlich wichtigen Schmetterlingsblütler Mitteleuropas umfassende Schlüssel für Leguminosen von A. Stählin; er füllt damit eine bestehende Lücke aus. Die 101 beschriebenen Leguminosenarten werden zunächst an Hand leicht unterscheidbarer Merkmale in sechs große Gruppen unterteilt, innerhalb derer dann eine streng dichotome Anordnung der Merkmale zur Bestimmung der einzelnen Art führt. Nicht ganz eindeutige Fälle sind innerhalb des Schlüssels mehrfach, d. h. unter verschiedenen Gruppen aufgeführt. Letzte Sicherheit geben eine eingehende Beschreibung der Arten sowie die klaren und sehr sorgfältigen Zeichnungen des Verfassers zu den wesentlichsten Unterscheidungsmerkmalen an Blättern und Trieben. Des weiteren werden Vorkommen und Verbreitung der Arten sowie ihr wirt-

schaftlicher Wert für Anbau, Verwertung und Verfütterung kurz umrissen. Das vorliegende Buch wird in der Hand aller derer ein willkommenes Hilfsmittel sein, die sich im Unterricht, in der Beratung oder auch bei Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der angewandten Vegetationskunde mit der großen und wirtschaftlich bedeutungsvollen Gruppe der Leguminosen befassen müssen.

K. Baeumer, Göttingen

**Stählin, A., und O. Schweighart,** Verbreitete Pflanzengesellschaften des Dauergrünlandes, der Acker, Gärten und Weinberge. BLV-Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien 1960. 67 S. 5,80 DM.

Die Kenntnis der Pflanzengesellschaften gewinnt für die Landwirtschaft eine immer größere Bedeutung. Es konnte sich somit in den letzten Jahrzehnten aus dem Zweig der Geobotanik, dessen Aufgabe die Untersuchung der Pflanzengesellschaften ist, ein neuer Bereich der angewandten Botanik entwickeln. Die Pflanzengesellschaften sind für den Landwirt als Indikatoren für bestimmte Nutzungsmöglichkeiten wesentlich. Außerdem zeigen sie unter bestimmten Voraussetzungen an, welche Maßnahmen zu einer erheblichen Steigerung der Erträge führen können oder an welchen Stellen ein Einsatz von bestimmten Mitteln keinen Erfolg verspricht. In der Grünlandwirtschaft sind die Pflanzengesellschaften als Wiesen und Weiden auch direkte Objekte der Nutzung. Die Verfasser haben sich besondere Verdienste bei der Verbreitung diesbezüglicher Kenntnisse erworben. Insbesondere seien hierbei die von Studierenden der Landwirtschaft gehörten Vorlesungen von Herrn Professor STAHLIN hervorgehoben.

In dem vorliegenden Buch wird ein Überblick über die verbreiteten Pflanzengesellschaften des Dauergrünlandes und der Acker- und Gartenunkräuter gegeben. Bei den Pflanzengesellschaften sind Herkunft und Zusammensetzung, Standortverhältnisse, wirtschaftlicher Wert und gegebenen Falls Möglichkeiten einer besseren Nutzung angegeben worden. Relativ viel Raum nehmen die Listen der wichtigsten Charakter- und Differentialarten ein, wobei auch die wesentlichsten Begleiter genannt werden. Es werden deutsche und wissenschaftliche Namen der Pflanzenarten angegeben. Ferner erfolgen Hinweise auf Abbildungen der genannten Arten in den Werken von BOAS (Zeigerpflanzen, Hannover 1958) und SCHWEIGHARDT (Fotobuch der Wiesenpflanzen, München-Bonn-Wien 1958). Verzeichnisse aller genannten Arten in alphabetischer Anordnung werden die Benutzung der Zusammenstellungen sehr erleichtern. Das Buch zeichnet sich durch eine übersichtliche und klare Darstellungsweise aus. Es wird sicherlich in besonderem Maß dazu beitragen, das Verständnis für die Bedeutung der Kenntnis der Pflanzengesellschaften in Kreisen der landwirtschaftlichen Beratung und Praxis zu fördern. Aber auch Vertreter anderer Fachgebiete, die sich einen Einblick in Anwendungsmöglichkeiten der Untersuchung der Pflanzengesellschaften in der Landwirtschaft verschaffen wollen, werden es mit Gewinn benutzen können. Das Buch ist in einem handlichen Format in guter Ausstattung erschienen.

R. Knapp, Gießen

**Vajda, E.,** Pflanzenphotographie. (Aus dem Ungarischen übertragen von O. Salgó.) Fotokino-Verlag, Halle (Saale) 1960. (Original: Corvina-Verlag, Budapest.) 82 S., 4 Farb- und 80 Schwarz-weiß-Tafeln. 19,— DM.

Im Zeitalter des „Siegeszuges“ der automatischen Kleinbildkameras ist es erfrischend, ein Buch über Pflanzenphotographie zur Hand zu nehmen, das nach wirklich „altbewährter Methode“ Pflanzen im wahrsten Sinne des Wortes „photographiert“ und nicht „knipst“.

Dem einleitenden I. Abschnitt (Geschichtliches, Aufgaben) folgt eine ausführliche aber sachliche Behandlung der zur Pflanzenphotographie benötigten Geräte und die Behandlung der Aufnahmen bis zum fertigen Negativ. Hierbei wird — ohne den Vorzug moderner Kleinbildkameras auf anderen Gebieten zu schmälern — klar dargelegt, weshalb die Mattscheibenkamera mit doppeltem Bodenauszug das geeignete Gerät darstellt. Von den Objektiven werden die „Scharfzeichner“ (z. B. Tessar) den „Weichzeichnern“ (z. B. Biotar) vorgezogen, weil ein klar gezeichnetes, wenn auch ein wenig hartes Bild unbedingt einem verschwommenen überlegen ist. Deshalb lehnt Verf. auch mit Recht die Weichzeichnervorsätze ab. In bezug auf die Brennweite sind längere Brennweiten günstiger, da sie die sekundäre Vergrößerung herabsetzen. Es erübrigt sich zu erwähnen, daß die Ausführungen über die Negativbehandlung (Entwicklung) auf einer großen Erfahrung beruhen. Dieses Können spricht auch aus dem Abschnitt III: „Wie man Pflanzen photographieren soll“. Verfasser versteht es — und das zeigen die beigegebenen Aufnahmen recht augenfällig — die Pflanzen nicht nur als Studienobjekte für den systematischen Botaniker abzubilden; seine Aufnahmen zeigen stets die Pflanzen in ihrer natürlichen Umgebung und sind dadurch nicht nur für jeden Botaniker wertvoll, sondern auch für den Nichtfachmann schön. Ein IV. Abschnitt über die Aufnahmen bestimmter Pflanzengesellschaften reiht sich sinnvoll an. Und hat man noch die letzten Seiten über das Positiv und das farbige Pflanzenphoto gelesen, so soll man sich Zeit nehmen, die im Text erwähnten Bildbeispiele noch einmal in Ruhe zu betrachten. Wer selbst nicht die Mühen eines Pflanzenphotographen scheut, sollte immer wieder zu diesem Buch greifen. Solche Aufnahmen lassen alle Mühen mit großen Kameras vergessen.

H. J o h a n n e s , Braunschweig

**Küppers-Sonnenberg, G. A.**, Wie füttert man mit Topinambur? Merkblatt T/5 „Fütterung“. 3. Aufl. 1960. Dr. Küppers-Sonnenberg, Müden (Oertze), Kr. Celle. 16 S. 0,75 DM.

Auf das in neuer Auflage erschienene inhaltsreiche Merkblatt, das u. a. durch wertvolle neuere Literaturzitate bereichert ist, wird hingewiesen.

## Personalsnachrichten

Unser Mitglied Professor Dr. Gustav A u f h a m m e r, Freising-Weihenstephan, wurde zum Rektor der Technischen Hochschule München gewählt.

Unser Mitglied Dr. Hans B r ü c k b a u e r, Neustadt (Weinstraße), wurde zum Studienrat ernannt.

Unser Mitglied Professor Dr. Otto F i s c h n i c h, Braunschweig, wurde zum Präsidenten der Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode gewählt. Er wurde außerdem zum apl. Professor an der Technischen Hochschule Braunschweig ernannt.

Unser Mitglied Dr. Franz Josef K r i b b e n, Limburg (Lahn), erhielt einen Lehrauftrag für Botanik an der Universität Frankfurt (Main).

Unser Mitglied Professor Dr. Günther Liebster, Freising-Weihenstephan, wurde für das akademische Jahr 1960/61 zum Dekan der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Technischen Hochschule München gewählt. Prodekan wurde unser Mitglied Professor Dr. Hans von Witsch.

Unserem Mitglied Dr. Paul Limberg, Gießen, ist der Liebig-Preis 1960 für die Förderung befähigten wissenschaftlichen Nachwuchses verliehen worden.

Unser Mitglied Professor Dr. Hans Linser, bisher Linz (Donau), wurde als Ordinarius und Direktor des Instituts für Pflanzenernährung an die Justus-Liebig-Universität in Gießen berufen.

Unserem Mitglied Professor Dr. Bernhard Rademacher, Stuttgart-Hohenheim, wurde die Otto-Appel-Denkmünze verliehen. Außerdem wurde er in Oxford zum Präsidenten des European Weed Control Council gewählt.

Unser Mitglied Präsident Professor Dr. Harald Richter, Berlin-Dahlem, wurde in das Kuratorium zur Verleihung des Dr.-Fritz-Merck-Preises an der Justus-Liebig-Universität Gießen berufen.

Unser Mitglied Privatdozent Dr. Klaus von Rosenstiel, Waterneversdorf, hat einen Ruf als Direktor des Instituto Fitorécnica y Semillero Nacional de „La Estanzuela“, Depto. Colonia in Uruguay erhalten.

Unserem Mitglied Professor Dr. Ludwig Schmitt, Darmstadt, wurde der Liebig-Preis für 1960 verliehen.

Unser Mitglied Professor Dr. Hermann Ullrich, Bonn, wurde für das Rektoratsjahr 1960/61 zum Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn gewählt.

Unserem Mitglied Dr. Dr. h. c. Rudolf Weck, Hovedissen, wurde das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen.

## Aus der Mitgliederbewegung

### Neues Mitglied

Hille, Dr. Manfred, Wissenschaftlicher Angestellter beim Institut für Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20 b) Braunschweig, Messeweg 11—12.

### Anschriftenänderungen

Linser, Dr. Hans, o. Professor, Direktor des Instituts für Pflanzenernährung der Justus-Liebig-Universität, (16) Gießen, Braugasse 7.

Tietze, Dr. Ulrich, Institut für Pflanzenbau der Neuen Universität, (24 b) Kiel, Olshausenstr. 40—60.





## Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut IV (*Fraxinus excelsior* L.)

Von

H. Jahnel und W. Zentsch

### Übersicht

1. Einleitung, Literaturübersicht und Problemstellung.
2. Untersuchungen an den Früchten der gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.).
  - 2.1 Frucht, Same und Embryo.
  - 2.2 Haben Erntetermin und Stratifikationsmedium und -art Einfluß auf das Nachwachsen der Embryonen oder auf das Pflanzenprozent?
  - 2.3 Wie wirkt sich Kellertemperatur bei verschiedenen langer Stratifikationsdauer aus?
  - 2.4 Welchen Einfluß auf die Stratifikation haben konstante Temperaturen über dem Gefrierpunkt bei verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen?
  - 2.5 Ist durch unterschiedliche Temperaturfolgen ein Überliegen zu vermeiden?
  - 2.6 Kann durch Hitze- oder Kälteschock der Anstoß zur Keimung gegeben werden?
  - 2.7 Wirkt sich ein starkes Zurücktrocknen der Früchte während der Lagerung auf das Keimergebnis aus?
3. Besprechung der Ergebnisse.
  - 3.1 Die Vorkeimung.
  - 3.2 Die Stratifikation und Keimung.
  - 3.3 Vorkeimung und Stratifikation.
  - 3.4 Künstliche Maßnahmen.
4. Schlußfolgerungen.
5. Zusammenfassung.  
Literatur.

### 1. Einleitung, Literaturübersicht und Problemstellung

In früheren Veröffentlichungen war zum Thema Stratifizieren von Forstsaatgut über den Bergahorn, die Hainbuche und die Winterlinde (Jahnel, 1955, 1956 und 1957) berichtet worden. Seinerzeit wurden außer an den Früchten der eben genannten Baumarten auch einige Untersuchungen an denen der Gemeinen Esche angestellt (Erbe, 1955; Sell, 1955; Sowade, 1955). Eingehendere Arbeiten (Kommer, 1957, und Lische, 1959) befaßten sich später lediglich mit der Gemeinen Esche. Über die Ergebnisse, die die fünf zuletzt genannten Autoren erzielt haben, soll im folgenden berichtet werden. Über weitere abgeschlossene (Repppe, 1959) bzw. noch laufende Diplomarbeiten und

andere Untersuchungen, die die Gemeine Esche zum Gegenstand haben, wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

Bereits C o t t a (1856) erwähnt, daß „der Samen der Esche 1½ bis 2 Jahre liegt, bevor er aufgeht“. Als beste Aufbewahrungsart empfiehlt er „die Samen an einem luftigen Ort zu trocknen und dann in Säcken aufzubewahren oder gleich in die Erde zu vergraben“. C i e s l a r (1920) bespricht die bis 1920 erschienenen keimungsphysiologischen Arbeiten bzw. Angaben über die Anzucht von Esche (G r a b n e r, J ä g e r, P f e i l, B u r k h a r d t, F ü r s t, H e m p e l - W i l h e l m, L a k o n, P u c h n e r u. a.). Auf den bisherigen Ergebnissen aufbauend versucht er „jene Erntezeit ausfindig zu machen, die es im Verein mit einer entsprechenden Behandlung des Saatgutes nach der Ernte ermöglichen würde, die Keimruhe tunlichst abzukürzen, beziehungsweise das Keimen des Eschensaatgutes schon im ersten Frühjahr nach der Blüte zu erreichen“ (S. 94). C i e s l a r gelangte zu dem Ergebnis, die Eschenfrucht im September (in warmen, trockenen Jahren etwas früher) zu ernten und danach sofort auszusäen bzw. bis zur Aussaat im folgenden Frühjahr zu stratifizieren. Dadurch war es ihm möglich, Sämlinge im „ersten Frühjahr nach der Blüte“ der Mutterbäume zu gewinnen. Wird Eschensaatgut im Winter geerntet und im darauffolgenden Frühjahr ausgesät, liegt es über. C i e s l a r empfiehlt, „es im Freien in feuchtem Sande bis zu der im zweiten Frühjahre erfolgenden Aussaat“ zu lagern.

1945 teilt B a r t o n mit, daß durch Frühernte (15. Sept.) gewonnene Eschenfrüchte aber nur dann im ersten Frühjahr nach der Ernte keimen, „wenn bestimmte äußere Bedingungen erfüllt sind“ (zitiert bei F i s c h e r, 1952, S. 89). Obwohl der Embryo nachgewachsen war, trat bei 21°C keine Keimung ein, während in ungeheizten, abgedeckten Kastenbeeten Keimung einsetzte. Auch P u c h n e r (1915, S. 172) fand, daß „Samen, welche sich im Innern völlig vom ausgewachsenen Embryo erfüllt erwiesen“, trotzdem unfähig waren zu keimen. Dazu bedarf es wahrscheinlich „bestimmter äußerer Reizwirkungen“. Die günstigste Temperatur für das „Vorkeimen“ (nach L a k o n) gibt R o h m e d e r (1949) unter Hinweis auf L a k o n mit 2° bis 8°C an. R o h m e d e r (1949) empfiehlt für Eschensaatgut, je nach Reife- und Entwicklungszustand, mindestens 6 bis 8 Monate Stratifikationszeit bei rund 4°C. R o t t m a n n (1951) berichtet, wie bereits von C i e s l a r u. a. festgestellt, daß in der ersten Septemberhälfte geerntetes und sofort gesätes Eschensaatgut im darauffolgenden Frühjahr auflebe. F i s c h e r (1952, S. 90) gelangt zu dem gleichen Ergebnis. Er teilt mit, daß zu verhältnismäßig frühem Zeitpunkt gesammeltes und sofort gesätes Eschensaatgut im allgemeinen nicht, nach Ende September gesammeltes dagegen stets überlebt, und meint, „ob durch irgendwelche künstliche Maßnahmen diese anscheinend für eine gewisse Periode irreversible Veränderung aufzuheben ist, muß durch weitere Versuche geklärt werden“.

Eine solche künstliche Maßnahme ist die Behandlung mit heißem Wasser (K l o p o w, 1952). Er brachte Früchte der „flaumigen Esche“\*)

\*) Botanische Bezeichnung fehlt im Original; vermutlich handelt es sich um *Fraxinus pubescens* Lam.

in 50° C heißes Wasser, das 3 Tage lang konstant auf dieser Temperatur gehalten wurde. Nachdem die Samen anschließend 10 Tage in einer 5 bis 10 cm hohen Schicht ausgebreitet gelegen hatten und dann ausgesät worden waren, soll die Saat 8 Tage nach der Aussaat aufgelaufen sein. Einen ähnlichen Versuch beschreibt O s m a k o w s k i (1951) mit Saatgut der „grünen Esche“\*). An drei aufeinanderfolgenden Tagen wurde es jeden Tag mit 50° C heißem Wasser übergossen und danach, nachdem es zwei Tage mit feuchtem Sand gemischt gelagert hatte, ausgesät.

W a n o w s k i und W o r o n z ó w (1952) brachten Eschensaatgut (*Fraxinus excelsior* L.) in eine 1,20 m tiefe, mit einer 60 cm starken Pferdemistschicht als Unterlage gefüllte Grube; obenauf kamen die im Verhältnis 1 : 3 mit Sand gemischten Eschenfrüchte. Nachdem sich der Dünger auf 16° C erwärmt hatte, wurde der Grubeninhalt zweimal wöchentlich mit heißem Wasser von 35° bis 40° C durchfeuchtet. Das Saatgut, 40 Tage lang vor der Aussaat auf diese Weise behandelt, lief teilweise auf. Auch P u c h n e r (1915, S. 165) schreibt, man könne die Ansicht hören, „daß durch sofortige Aussaat im Herbst oder durch Einquellen im warmen Wasser vor der Aussaat die „Samenruhe“ derselben so weit abgekürzt werden kann, daß sie schon im Frühjahr nach der Baumreife teilweise keimen“.

Eine Beschädigung der Samenhülle bei Esche verbesserte die Keimfähigkeit nicht. Die geritzten Baumsamen faulten alle nach kürzerer oder längerer Zeit (P u c h n e r, 1915). Die von P u c h n e r im Februar 1915 geernteten und anschließend einer Temperatur von 35° C ausgesetzten Eschenfrüchte zeigten auf dem Keimapparat gegenüber der Kontrolle keine nennenswerte Verbesserung der Keimfähigkeit bzw. Keimschnelligkeit (P u c h n e r, 1922). „Ein Versuch, die Samen durch stärkeres Durchfrieren in ihrer Keimung zu beschleunigen, zeigte, daß diese in feuchten, gequollenem Zustand gegen sehr starke Temperaturniedrigung empfindlich sind“ (K i n z e l, 1913, S. 61).

Wie aus dieser kurzen Literaturübersicht hervorgeht, bleiben noch viele Möglichkeiten offen, die Keimruhe bei Esche zu brechen, die zu untersuchen lohnend erscheint. Da bei der größten Anzahl der oben besprochenen Arbeiten exakte Angaben über Versuchsmethodik, Temperatur während der Stratifikation, phänologische Merkmale des Saatgutes zur Zeit der Ernte, Stratifikationsmedium, Keimergebnisse usw. fehlen, gingen wir für die Stratifikation von Eschensaatgut zunächst den in der vorangestellten Übersicht unter Ziffer 2.2 bis 2.7 genannten Fragen nach.

Wenngleich es bisher noch nicht gelungen ist, die tiefe Keimruhe reif geernteter Eschenfrüchte so zu brechen, daß das Saatgut in dem dem Jahre der Eschenblüte folgenden Frühjahr vollständig aufläuft, so erlauben die bisherigen Ergebnisse doch genauere Einblicke in den Mechanismus des Abbaues der Keimruhe und daraus resultierend gewisse Empfehlungen für die Forstpflanzenanzucht.

\*) Botanische Bezeichnung fehlt im Original; vermutlich handelt es sich um *Fraxinus pennsylvanica* var. *lanceolata* Sarg.



## 2. Untersuchungen an den Früchten der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.)

### 2.1 Frucht, Same und Embryo

Die Früchte der Gemeinen Esche werden als einsamige, geflügelte Nüsse bezeichnet. Entfernt man den Flügel und die Fruchtwand (das Perikarp), dann erhält man den Samen. Er besteht aus einem stark entwickelten, ölreichen Endosperm und einem Embryo mit zwei flachen Kotyledonen und unscheinbarer Plumula.

Zur Zeit der Fruchtreife (Oktober) hat der Embryo erst die Hälfte der Länge, die er bei der Keimung aufweist, erreicht. Nach Lakon ist er trotzdem bereits „morphologisch normal gegliedert“ (Lakon und Bulat, 1954), nach Asakawa (1955) zu einem geringen Grade auch morphologisch unvollkommen entwickelt. Nach Lakon wächst der Embryo, wenn die Frucht günstigen Keimungsbedingungen ausgesetzt wird, mit Hilfe der Nährstoffe des Endosperms zur den Samen ausfüllenden Länge heran (was er als „Vorkeimung“ bezeichnet). Beim Quellen verschleimen die dem Embryo anliegenden Endospermzellen. Hat der Embryo seine maximale Größe im Samen erreicht, kann die äußerlich sichtbare Keimung einsetzen (Lakon und Bulat, 1954).

### 2.2 Haben Erntetermin und Stratifikationsmedium und -art Einfluß auf das Nachwachsen der Embryonen oder auf das Pflanzenprozent?

#### Saatgut

Das Saatgut stammte aus dem Elbsandsteingebiet. Die erste Ernte erfolgte am 18. 9. 1954 im Revier Hinterhermsdorf (Staatlicher Forstwirtschaftsbetrieb Sebnitz), die zweite am 5. 11. 1954 im Privatwaldrevier Rugiswalde. Das zuerst geerntete Saatgut lagerte bis zum Einbringen in die Erdgruben am 22. 10. 1954 im „Schweizerhaus“<sup>(\*)</sup> des Forstbotanischen Gartens Tharandt. Die Stratifikation des zuletzt geernteten Saatgutes begann sofort nach der Ernte.

#### Stratifikationsmedium und -art<sup>\*</sup>)

Die Eschenfrüchte wurden in Holzkistchen (Abmessung: 35 cm lang, 25 cm breit, 20 cm hoch), die mit Lüftungslöchern versehen waren, stratifiziert. Als Stratifikationsmedium (für jedes Stratifikationsmedium und jede Ernte war eine Kiste vorgesehen) dienten Sphagnum und Lauberde. Das Stratifizieren erfolgte in 1,0 m und 0,5 m tiefen Gruben im Tharandter Forstgarten auf skelettreichem Lehm an einem Nordosthang. Nachdem die Kisten mit dem zu stratifizierenden Saatgut in die Gruben (erste Stratifikationsart) gestellt worden waren, kam darüber Stroh und eine 20 cm mächtige Erdschicht. Laub diente zum Auffüllen bis zum Grubenrand. Als zweite Stratifikationsart zählte die Stratifikation in einer Erdmiete. Auch hier erfolgte das Abdecken zunächst mit Stroh und dar-

<sup>\*</sup>) Ausführlicheres s. Jahnel (1956), S. 190—191.

auf mit einer 20 bis 30 cm mächtigen Erdschicht. Um zu untersuchen, ob der Grad der Durchlüftung bei einer Stratifikation in Kisten ausreichend ist, wurde außerdem in jede Grube ein Teil des Saatgutes außerhalb der Kisten in Sphagnum eingeschichtet und zum anderen eine Miete auf strengem Lehm angelegt. Das Abdecken dieser erfolgte mit demselben, überdies naß gemachten Lehm. Durch Feststampfen des Lehmes sollte eine Durchlüftung möglichst ausgeschaltet werden. Anfang April (3. bis 5. 4. 1955) wurden von jedem Versuch 300 stratifizierte Früchte im Hochschulgelände am Stöckhardt-Bau ausgesät. Im Versuchsgelände am Cotta-Bau war bereits im Herbst nach der Ernte (30. 9. und 30. 11. 1954) eine Aussaat erfolgt. Gleichzeitig mit der Frühjahrsaussaat wurden von jedem Versuch 150 stratifizierte Früchte in der für die Saatgutprüfung üblichen Art und Weise in Keimchalen im Keimzimmer ( $20^{\circ}$  bis  $22^{\circ}$  C) angesetzt.

### E r g e b n i s s e

Das Nachwachsen der Embryonen unter dem Einfluß des Stratifizierens soll am Beispiel der in der 0,5 m tiefen Grube im Humus stratifizierten Früchte behandelt werden. Die Embryonenlänge wurde mit einem Gummiband, auf dem in gleichen Abständen acht Teilstriche aufgetragen waren, gemessen. Durch Auseinanderziehen des Gummibandes konnte am aufgeschnittenen Samen die Embryonenlänge im Verhältnis zur Länge des Samens, unabhängig von dessen absoluter Größe, rasch ermittelt werden. Im Diagramm 1 sind die Embryonenlängen des Saatgutes der ersten Ernte (18. 9. 1954) denen der zweiten Ernte (5. 11. 1954) gegenübergestellt. (Es wurden 50 Früchte aufgeschnitten. Von der ersten Ernte erscheinen im Diagramm nur 49, von der zweiten 42 Embryonen; der Rest war faul oder von Insekten zerstört.) Aus dem Diagramm ist die Tendenz eines besseren Nachwachsens der Embryonen der ersten Ernte gegenüber denen der zweiten Ernte ersichtlich. (Zur Größe der Embryonen unmittelbar nach der Ernte vgl. Abschnitt 2.4, Ergebnisse!) Ohne Einfluß auf das Nachwachsen der Embryonen sind dagegen die verschiedenen Stratifikationsarten und -medien, sowie Grubentiefen.

Von den Versuchen im Keimzimmer liefen, wenn überhaupt, dann nur so wenige Früchte auf, daß ein Auswerten der Zahlen nicht lohnt.

Von den im Herbst (30. 9. 1954) ausgesäten, nicht stratifizierten Früchten keimten bis Ende Mai 1955 nur 5 %.

Die vom 3. bis 5. 4. 1955 ins Freiland ausgesäten, (vom 22. 10. 1954 bis zur Aussaat) stratifizierten Früchte der ersten Ernte liefen vom 11. 5. bis 25. 5. 1955 nur spärlich auf (s. Tab. 1). Ein Einfluß der verschiedenen Stratifikationsmedien und -arten ist daraus nicht ableitbar.

Die etwa 5 Monate später (am 29. 10. 1955) nochmals ermittelten Pflanzenprozente unterschieden sich für alle Freilandversuche nur unwesentlich von den hier mitgeteilten.

Von der zweiten Ernte (5. 11. 1954) lief weder das bis zum Frühjahr 1955 stratifizierte und dann ausgesäte Saatgut noch die Herbssaat (am 30. 11. 1954 ausgeführt) auf.

Diagramm 1

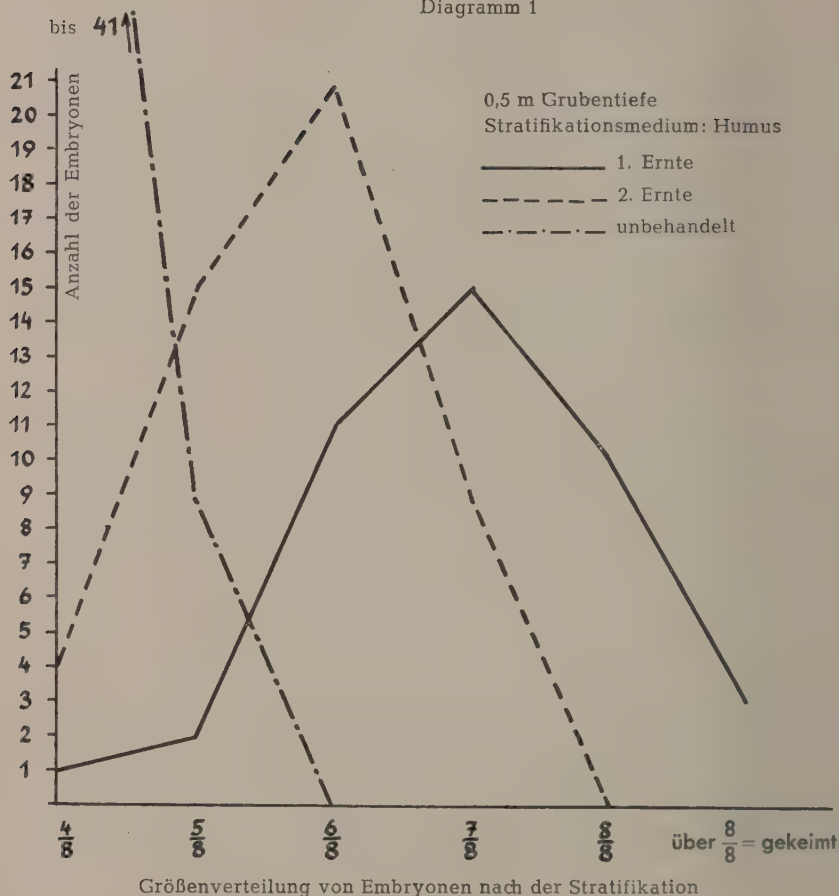
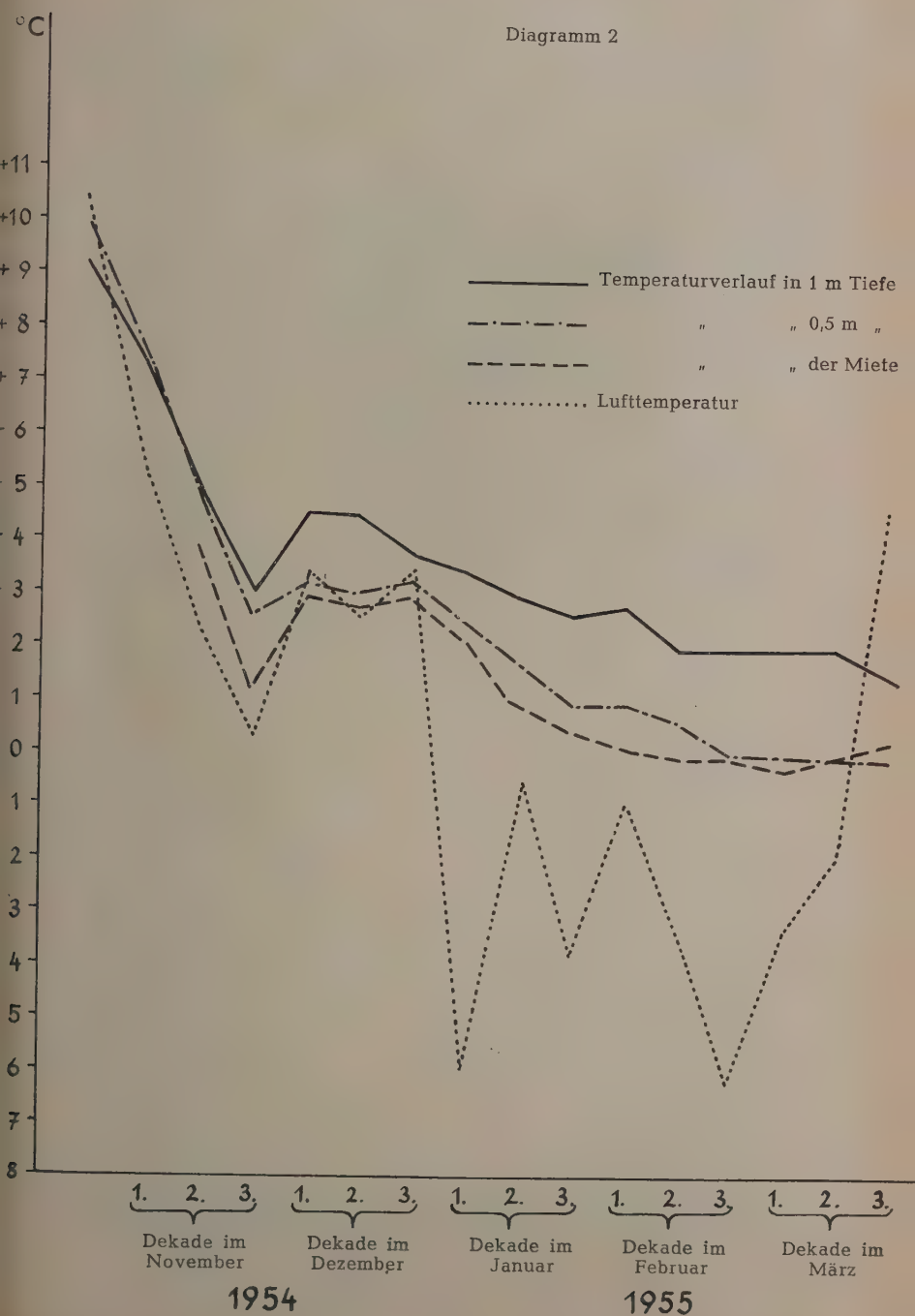


Tabelle 1. Auflaufergebnis von 300 am 18. 9. 1954 geernteten, stratifizierten Eschenfrüchten in Pflanzenprozent (Näheres s. Text!)

Stratifikationsmedium	Tiefe der Stratifizierungsgrube		Miete
	1 m	0,5 m	
Humus	9 %	4 %	10 %
Sphagnum	6 %	5 %	9 %
Sphagnum (außerhalb der Kiste)	15 %	5 %	Mäusefraß

Beim Vergleich der Temperaturen in den verschiedenen Grubentiefen und in der Miete (Diagramm 2) wird deutlich, daß die Temperaturen nur um 2° bis 3° C voneinander abwichen und niemals unter 0° fielen.

Diagramm 2





### 2.3 Wie wirkt sich Kellertemperatur bei verschieden langer Stratifikationsdauer aus?

Mit den folgenden Versuchen sollte dem Einfluß von Kellertemperatur bei unterschiedlicher Stratifikationsdauer nachgegangen werden.

#### Saatgut

In Schmalkalden (Thür.) wurde eine Gruppe von 40jährigen Eschen dreimal,  
am 26. 8. 1954 (Laub und Früchte völlig grün),  
am 10. 9. 1954 (Laub und Früchte noch grün),  
am 18. 10. 1954 (Laub gelb, Früchte gelb bis braun)  
beerntet.

#### Stratifikation

Zur Stratifikation dienten die gleichen, bereits beschriebenen Kistchen; als Stratifikationsmedium wurde Sand, der bis zu 60 % seiner

Tabelle 2.  
Keimverlauf und Embryonenentwicklung zu verschiedener Zeit geernteter

Lfd. Nr.	Ernte am ... 1954	unbehandelt		stratifiziert bei	
		Aussaat <sup>1)</sup> am ... 1954	aufgelaufen am 20. 5. 1955 in %	in	von — bis 1954 — 1954
1	2	3	4	5	6
1	26. 8.	—	—	Schmal- kalden	26. 8.— 15. 4.
2	26. 8.	31. 8.	36	Tharandt	31. 8.— 4. 4.
3	26. 8.	—	—	Tharandt	31. 8.— 21. 4.
4	26. 8.	24. 9.	8	Tharandt	24. 9.— 4. 4.
5	26. 8.	—	—	Tharandt	24. 9.— 21. 4.
6	26. 8.	27. 10.	0	Tharandt	27. 10.— 4. 4.
7	26. 8.	—	—	Tharandt	27. 10.— 21. 4.
8	26. 8.	24. 11.	0	Tharandt	24. 11.— 4. 4.
9	26. 8.	—	—	Tharandt	24. 11.— 21. 4.
10	10. 9.	—	—	Schmal- kalden	10. 9.— 15. 4.
11	10. 9.	15. 9.	24	Tharandt	15. 9.— 4. 4.
12	10. 9.	15. 9.	—	Tharandt	15. 9.— 21. 4.
13	10. 9.	27. 10.	0	Tharandt	27. 10.— 4. 4.
14	10. 9.	—	—	Tharandt	27. 10.— 21. 4.
15	10. 9.	24. 11.	0	Tharandt	24. 11.— 4. 4.
16	10. 9.	—	—	Tharandt	24. 11.— 21. 4.
17	18. 10.	—	—	Schmal- kalden	18. 10.— 15. 4.
18	18. 10.	25. 10.	0	Tharandt	25. 10.— 4. 4.
19	18. 10.	—	—	Tharandt	25. 10.— 21. 4.
20	18. 10.	24. 11.	0	Tharandt	24. 11.— 4. 4.
21	18. 10.	—	—	Tharandt	24. 11.— 21. 4.

<sup>1)</sup> Bis zur Aussaat ins Freiland hat das Saatgut auf einem trockenen Dachboden gelagert

<sup>2)</sup> Die Aussaat ins Freiland erfolgte unmittelbar nach Beendigung der Stratifikation. In Schmalkalden wurden für einen Versuch 1000, in Tharandt 300 Früchte ausgesät.

wasserhaltenden Kraft befeuchtet worden war, verwendet. Über die Stratifikationsdauer gibt Tab. 2, Spalten 6 und 7, Auskunft. Die nicht sogleich nach der Ernte stratifizierten Früchte lagerten auf einem trockenen Dachboden.

In Schmalkalden wurden unmittelbar nach jeder Ernte 1000 Früchte bis zur Aussaat im folgenden Frühjahr (15. 4. 1955) stratifiziert. In Tharandt waren es jeweils 300 Früchte, die zu unterschiedlichen Zeiten zum Stratifizieren angesetzt wurden (s. hierzu Tab. 2, Spalten 5 und 6). Von den in Tharandt zu verschiedenen Zeitpunkten (vgl. Tab. 2, Spalte 2) geernteten Früchten kamen zugleich mit den dazugehörigen Herbstsaatsaaten (s. Tab. 2, Spalte 3) stets je 300 Früchte ins Sandkeimbett in das Keimzimmer. Dasselbe geschah mit jeweils 300 stratifizierten Früchten nach der Stratifikation Anfang bis Ende April.

Tabelle 2.

bei Kellertemperatur unterschiedlich lang stratifizierter Eschenfrüchte

Kellertemperatur		von 50 Embryonen <sup>3)</sup> hatten am 5. 5. 1955 ... Stück eine Länge von			
in Wochen	aufgelaufen <sup>2)</sup> bis 20. 5. 1955 in %	5/8	6/8	7/8	8/8
7	8	9	10	11	12
33	12,4	nicht ermittelt			
31	14,6	0	12	25	13
33	7,6	0	11	28	11
27	9,0	12	18	13	7
29	4,0	10	20	11	9
23	0,6	20	20	10	0
25	1,0	23	18	9	0
19	0,0	24	15	11	0
21	0,0	27	14	9	0
30	5,6	nicht ermittelt			
29	15,3	0	16	25	9
31	5,0	0	20	22	8
23	0,3	20	22	8	0
25	1,0	23	20	7	7
19	0,0	21	25	4	0
21	0,0	20	24	6	0
25	2,7	nicht ermittelt			
23	1,0	18	21	11	0
25	1,0	22	20	8	0
19	0,0	15	35	0	0
21	0,0	13	33	6	0

<sup>3)</sup> Nach Abschluß der in Spalte 6 genannten Stratifikationszeit waren jeweils 300 Früchte im Keimzimmer zum Keimen angesetzt und davon am 5. 5. 1955 je 50 Embryonen auf ihre Länge untersucht worden.

### Ergebnisse (s. Tab. 2)

Da bis 5. 5. 1955 die stratifizierten Früchte im Keimzimmer nicht keimten, wurden jeweils 50 Samen aufgeschnitten und die Embryonen gemessen (vgl. Tab. 2, Spalten 9–12); vor dem Ansetzen zum Keimen waren die Embryonen nicht gemessen worden. Wahrscheinlich wuchsen während des Verweilens im Keimzimmer die Embryonen aller Früchte wegen der dort höheren Temperaturen in geringem Maße nach. Dennoch zeigte sich deutlich, daß die Embryonen der nach der ersten und zweiten Ernte sofort stratifizierten Früchte größer waren als alle übrigen (s. Tab. 2, lfd. Nr. 2, 3, 11 und 12, Spalten 8–11). Sowohl von den frühen als auch von den späten Ernten waren im Frühjahr die Embryonen der sofort nach den Ernten im Keimzimmer angesetzten Früchte ausnahmslos nachgewachsen.

Die Ergebnisse der Herbstaussaat (vgl. Tab. 2, Spalte 4, lfd. Nr. 2 und 11) lassen deutlich erkennen, daß nur eine sehr zeitige Ernte mit sofort anschließender Aussaat zu einem Teilerfolg (36 bzw. 24 % Keimer) führt. Lagern sehr zeitig geerntete Früchte nur wenige Wochen, sinkt die Pflanzenausbeute in dem der Ernte folgenden Jahr erheblich.

Je später geerntet wird, desto geringer ist die Aussicht, im darauffolgenden Frühjahr Sämlinge zu erhalten. Die höchsten Sämlingsausbeuten nach der Stratifikation (15,3 %, 14,6 % und 8,6 % — vgl. Tab. 2, lfd. Nr. 11, 2 und 3, Spalte 7 —) konnten durch Frühernte mit anschließender Stratifikation von 29–33 Wochen erzielt werden. Kürzere Stratifikationszeiten führten zu keinem Erfolg. Weiterhin ist festzustellen, daß die im Frühjahr ins Freiland gesäten, stratifizierten Früchte auf-liefen, die zum Keimen im Keimzimmer angesetzten jedoch nicht! Demnach scheint die optimale Keimtemperatur in der Höhe der im Saatbeet herrschenden Temperaturen und nicht bei 20 bis 22° C zu liegen.

### 2.4 Welchen Einfluß auf die Stratifikation haben konstante Temperaturen über dem Gefrierpunkt bei verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen?

#### Saatgut der Ernte 1953

Das Saatgut stammte von einer am 11. 9. 1953 beernteten, etwa 40jährigen Esche in Tharandt; Blätter und Perikarp waren noch völlig grün. Die Früchte lagerten bei allen hier angeführten Versuchen bis zum Beginn der Stratifikation auf dem bei Jahnel (1955, S. 140) genannten trockenen Dachboden eines zentralgeheizten Institutsgebäudes.

Am 21. 9. 1953 und am 8. 5. 1954 erfolgte eine Aussaat von jeweils 300 Früchten auf obengenanntem Versuchsgelände am Cotta-Bau. Am 25. 9. 1953 wurden 300 Früchte im Sandkeimbett im Keimzimmer angesetzt.

#### Stratifikation

Da die Früchte im Keimzimmer nicht auf-liefen, kamen davon 14 Monate später (Nov. 1954) je 50 Samen für 3 Monate im Sandkeimbett zur Stratifikation bei 7°, 4°, 1° und –3° C und anschließend zum Keimen in einen Raum, dessen Temperatur von dem jahreszeitlichen und täglichen

Temperaturverlauf beeinflußt wird und in den Monaten März bis Mai etwa bei  $10^{\circ}\text{C}$  bis  $15^{\circ}\text{C}$  liegt (im folgenden als Vitriinen bezeichnet).

Das seit der Ernte auf dem Dachboden lagernde Saatgut wurde am 14. 5. 1954 unter zwei Bedingungen bei  $7^{\circ}$ ,  $4^{\circ}$ ,  $1^{\circ}$  und  $-3^{\circ}\text{C}$  zu einer 12monatigen Stratifikation angesetzt:

a) unter Wasser

b) Wasser zu Samen wie 1 : 1 (gewichtsbezogen).

Das Stratifizieren von jeweils 300 Samen erfolgte in Gläsern, deren Deckel lose aufgelegt waren. Alle 4 Wochen kam bei a) frisches Wasser in die Gläser; die anderen wurden zur gleichen Zeit durch Abheben des Deckels gelüftet, um den Gasaustausch nicht gänzlich zu unterbinden. Diese Methode sollte nach Möglichkeit zugleich einen Einblick in den Sauerstoffbedarf der Früchte während der Stratifikation geben. Es wurden die Entwicklung der Embryonen sowie die Stärkebildung (durch Betupfen der freipräparierten Embryonen mit Jodjodkaliumlösung) verfolgt.

#### Saatgut der Ernte 1954

Am 29. 9. 1954 erfolgte die Ernte der fast durchweg noch grünen Früchte. Unmittelbar danach kamen, wie im vorangegangenen Jahr, 300 Früchte im Sandkeimbett ins Keimzimmer; nach 4 Wochen wurde von 200 Früchten das Perikarp entfernt. Eine Herbstaussaat wurde am 6. 10. 1954 durchgeführt.

#### Stratifikation

Die 6monatige Stratifikation begann am 5. 10. 1954 mit den für die Ernte 1953 genannten Temperaturen ( $7^{\circ}$ ,  $4^{\circ}$ ,  $1^{\circ}$ ,  $-3^{\circ}\text{C}$ ) und Bedingungen (unter Wasser; Wasser : Samen = 1 : 1) zusätzlich einer weiteren Stratifikation in feuchtem Sand. Anschließend wurde ein Teil in den Vitriinen, der andere im Keimzimmer zum Keimen angesetzt.

Ein Teil der Früchte von der im Keimzimmer unmittelbar nach der Ernte 1954 angesetzten Kontrolle wurde nach 5 Monaten bei obengenannten Temperaturen im Sandkeimbett 2 Monate stratifiziert und danach in die Vitrine gebracht.

#### Ergebnisse

##### Freilandsaaten

Die Früchte der Herbstaussaat 1953 (21. 9.) liefen zwischen dem 20. 4. und 12. 5. 1954 mit 62 % (!) auf. Die Herbstaussaat 1954 (6. 10.) brachte weder mit unbehandeltem noch mit stratifiziertem Saatgut bis zum Frühjahr 1955 Sämlinge. Die Messungen von 100 Embryonen unmittelbar nach der Ernte 1954 (29. 9.) ergaben folgende Größenverteilung:

Größenklasse	4/8	5/8	6/8
Anzahl	79	19	2

Während des Stratifizierens (gleich bei welcher Stratifikationsart und -temperatur) wuchsen auch über 12 Monate hier die Embryonen wegen der zu niedrigen Temperatur nicht nach und zeigten keine Stärkeanreiche-



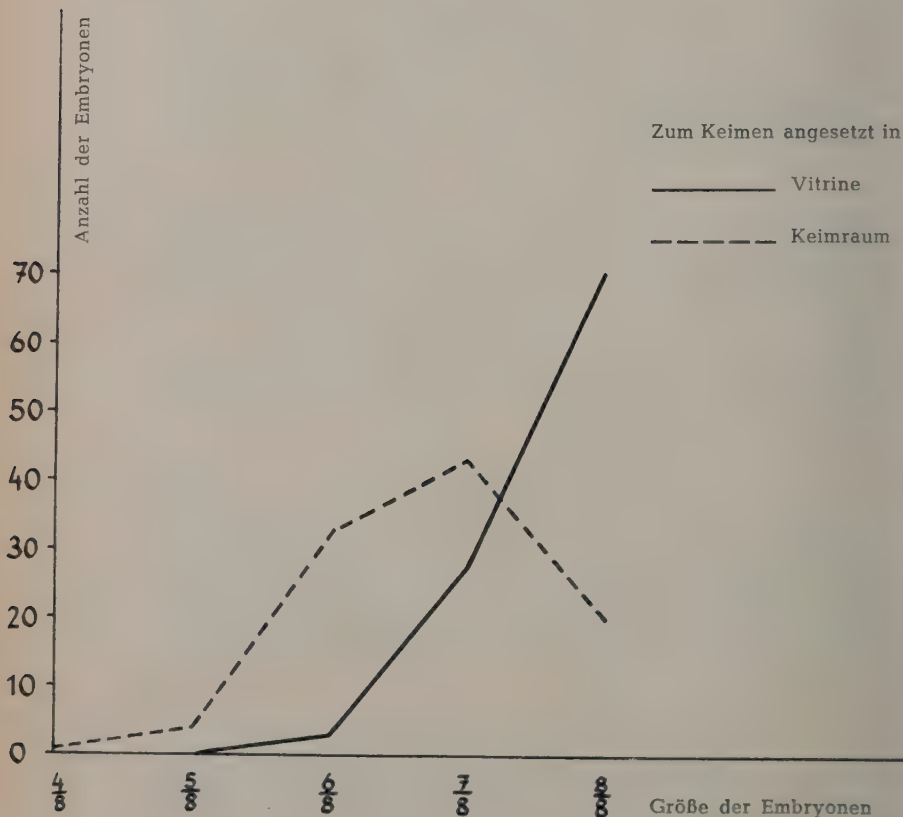
rung. Anders war es bei den im Herbst 1954 im Keimzimmer angesetzten Früchten. Nach 5–6 Monaten hatten sie voll ausgewachsene Embryonen, in denen Stärkebildung nachgewiesen werden konnte. Das Embryonenwachstum der Früchte, die nach der Stratifikation 1954/55 jeweils zur Hälfte in die Vitriinen und in das Keimzimmer kamen, war bei denen der Vitriinen besser (Diagramm 3).

Die Embryonen der (Ende Okt. 1954) vom Perikarp befreiten Samen waren bereits nach 5 Monaten vollständig nachgewachsen, während in den intakten Früchten nach  $6\frac{1}{2}$  Monaten erst 90 % die volle Größe erreicht hatten.

### 2.5 Ist durch unterschiedliche Temperaturfolgen ein Überliegen zu vermeiden?

Zur Zeit der Reife füllt der Embryo bei Früchten von *Fraxinus nigra* nur  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{2}{3}$  des Samens aus. Werden die Früchte nach Untersuchen-

Diagramm-3



gen Steinbauers (1937) 2–3 Monate nach der Ernte höheren Temperaturen (optimal waren  $20^{\circ}\text{C}$ ) ausgesetzt (wobei die Möglichkeit der Wasseraufnahme gegeben sein muß) und danach über die gleiche Zeit bei  $5^{\circ}$  bis  $10^{\circ}\text{C}$  stratifiziert, keimen sie bei Wechseltemperaturen zwischen  $20^{\circ}\text{C}$  und  $30^{\circ}\text{C}$ .

Daß bei *F. excelsior* ähnlich wie bei *F. nigra* eine sofortige Stratifikation nach der Ernte ohne eine vorhergehende Zeitspanne höherer Temperatur zu keinem Keimergebnis führt, zeigen die in Abschnitt 2.4 genannten Ergebnisse. Die Eschenembryonen bedürfen zum Nachwachsen zunächst höherer Temperatur.

Es sollte untersucht werden, welche Höhe und Dauer der Temperatur für die Vorkeimung die geeignetste zur Erreichung einer möglichst kurzen Stratifikationszeit ist.

#### Saatgut

Das benötigte Saatgut wurde am 28. 9. 1955 (Flügel vereinzelt noch grün, Samenschale braun) von fünf 60jährigen Straßenbäumen bei Oschatz (Sachsen), am 1. 10. 1955 (Flügel grün bis braun, Samenschale z. T. grün) in Schmiedefeld am Rennsteig (Thüringen) und am 12. 10. 1955 (Flügel z. T. noch grün, Samenschale braun) ebenfalls dort geerntet.

#### Stratifikation

Unmittelbar nach der Ernte wurden die Früchte 24 Stunden in Wasser von  $20^{\circ}\text{C}$  eingequellt und danach im Sandkeimbett (pro Versuch  $3 \times 50$ )  $1\frac{1}{2}$  bis 6 Monate lang (s. Schema!) in der Vitrine (bei  $10^{\circ}$  bis  $15^{\circ}\text{C}$ ) und im Keimzimmer (bei  $20^{\circ}$  bis  $22^{\circ}\text{C}$ ) gehalten. Dadurch sollten die Voraussetzungen für ein Nachwachsen der Embryonen geschaffen werden. Anschließend kamen die Früchte für 1–8 Monate (s. Schema!) zur Stratifikation bei  $1^{\circ}$  und  $7^{\circ}\text{C}$  in den Kühlschrank; danach eine Hälfte zum Keimen in das Keimzimmer, die andere Hälfte in die Vitrine. (Um eine Schockwirkung durch plötzliche Temperaturänderung zu vermeiden, wurden die Schalen über Zwischentemperaturen im Laufe von 24–48 Stunden auf die Temperatur des Keimzimmers und der Vitrine gebracht.)

Das Beobachten des Embryowachstums erfolgte durch allmonatliches Aufschneiden von 3 Samen pro Versuch. Die zur Verfügung stehende geringe Saatgutmenge gestattete es nicht, eine größere Anzahl für die Untersuchungen zu verwenden.

#### Schema der Versuche

Von jeder Ernte erfolgte eine Herbst- und Frühljahrsaussaat. Das Saatgut für letztere lagerte in einer flachen Schicht von der Ernte bis zur Aussaat in der Vitrine.

#### Ergebnisse

Von den Herbst- und Frühljahrsaussaaten nicht stratifizierten Saatgutes lief nichts auf. Die Versuche mit vorbehandeltem, stratifiziertem Saatgut, die ein Keimergebnis von über 10 % zeigten, sind im nachstehenden Schema gerahmt. Auffallend ist, daß ein derartiges Keim-

ergebnis stets gleichzeitig im Keimzimmer und in der Vitrine erzielt wurde. Das höchste Keimergebnis betrug 32 % (durch doppelte Rahmung gekennzeichnet). Es besteht danach die Möglichkeit, bei einer „Normal-ernte“ einen Teil der im Herbst gereiften Früchte von *F. exelsior* im folgenden Frühjahr durch das Einwirken von bestimmten Temperaturfolgen doch zum Keimen zu bringen. Diese Temperaturfolgen sind

1. 2 bis 4½monatige höhere Temperatur,

2. anschließende Stratifikation bei 1° bis 7° über 4-5 Monate

(vgl. Schema). Ein Teil der so behandelten Samen keimte bereits während der Stratifikation. Die Embryonen der nicht gekeimten waren z. T.

Schema zu  
Stratifikationsdauer

Vorbehandlungs- <sup>1)</sup>		1 bei		1,5 bei		2 bei		3 bei	
-dauer in Monaten	-ort	1° C	7° C	1° C	7° C	1° C	7° C	1° C	7° C
0		—	—	0	0	0	0	0	0
		S II.	S II.	S II.	S II.	S II.	S II.	S II.	S II.
1,5	V	0	0			0	0	0	0
	K	0	0	—	—	0	0	0	0
2	V	S II.	S II.			S II.	S II.	S II.	S II.
	K	S II.	S II.	—	—	S II.	S II.	S II.	S II.
3	V	S II.	S II.			S II.	S II.	S II.	S II.
	K	S II.	S II.	—	—	S II.	S II.	S II.	S II.
3,5	V	0	0			0	0	0	0
	K	0	0	—	—	0	0	0	0
4,5	V			0	0	0	0	0	0
	K	—	—	0	0	0	0	0	0
5	V	S II.	S II.			S I.	S I.		
	K	S I.	S I.	—	—	S I.	S I.	—	—
5,5	V	S II.	S II.			S II.	S II.		
	K	S II.	S II.	—	—	S II.	S II.	—	—
	V	0	0			0	0		
	K	0	0	—	—	0	0	—	—
	V	S I.	S I.			S I.	S I.		
	K	S I.	S I.	—	—	S I.	S I.	—	—
	V	S II.	S II.			S II.	S II.		
	K	S II.	S II.	—	—	S II.	S II.	—	—

<sup>1)</sup> Vorbehandlung bedeutet hier: Die Früchte wurden vor dem Stratifizieren die in Monaten genannte Zeit in der höheren Temperatur der Vitrine (V) bzw. des Keimzimmers (K) gehalten.

nur wenig gewachsen! Ist das ein Zeichen dafür, daß die Früchte sehr unterschiedlich keimgehemmt sind? Es konnte an Hand der Embryonen-Messungen ein langsames Nachwachsen bei niedrigeren Temperaturen beobachtet werden — doch selbst bei nur wenig nachgewachsenen Embryonen hatten Stoffumwandlungen begonnen, wie der Stärketest zeigte. Weiterhin wurde aus den Beobachtungen des Embryowachstums deutlich, daß die Embryonen am Ende der höheren Temperaturdarbietung vor der Stratifikation nicht vollständig nachgewachsen sein müssen, da der größte Teil der Embryonen der erfolgreichen Versuche (mehr als 10 % Keimer) zu Beginn der Stratifikation nur die reichliche Hälfte der

## Abschnitt 2.5

in Monaten<sup>2)</sup>)

4 bei		4,5 bei		5 bei		6 bei		7 bei		8 bei	
1° C	7° C	1° C	7° C	1° C	7° C	1° C	7° C	1° C	7° C	1° C	7° C
0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0
S II.	S II.			S II.	S II.	S II.	S II.	S II.	S II.		
S II.	S II.	—	—	S II.	S II.	S II.	S II.	S II.	S II.	—	—
0	0			0	0	0	0	0	0		
0	0	—	—	0	0	0	0	0	0	—	—
S II.	S II.			S II.	S II.						
S II.	S II.			S II.	S II.	—	—	—	—	—	—
		S II.	S II.								
—	—	S II.	S II.	—	—	—	—	—	—	—	—
0	0			0	0						
0	0	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—
0	0										
0	0	—	—								
—	—										
—	—										
—	—										
—	—										
—	—										

<sup>2)</sup> Erläuterungen: 0 = Ernte Oschatz

S I. = Schmiedefeld, 1. Ernte

S II. = Schmiedefeld, 2. Ernte

(weitere Erläuterungen s. bei Ergebnissen im Abschnitt 2.5!)

Samen ausfüllte. Da zu wenig Messungen vorliegen, kann über die günstigsten Temperaturen für das Nachwachsen der Embryonen (ob bei  $20^{\circ}$  bis  $22^{\circ}$  C — Keimraum — oder  $10^{\circ}$  bis  $15^{\circ}$  C — Vitrine —) nichts Gesichertes gesagt werden. Es erweckt den Eindruck, als ob in der Vitrine das Embryowachstum eher einsetzte.

Ein großer Teil der Samen, die im Herbst 1956 zur Zeit des Versuchsabschlusses durchbrechende Wurzelspitzen zeigten, wiesen nur auf 7/8 nachgewachsene Embryonen auf. Dieses Ergebnis deckt sich daher nicht mit der Beobachtung L a k o n s und B u l a t s (1954), wonach die Embryonen den Samen erst völlig ausfüllen müssen, ehe sie zu keimen beginnen.

## 2.6 Kann durch Hitze- oder Kälteschock der Anstoß zur Keimung gegeben werden?

Da auch durch verschiedene Temperaturfolgen keine befriedigenden Erfolge erzielt werden konnten, wurde in Anlehnung an die Versuche von K l o p o w (1952) Saatgut der Früh- und Normalernte Schmiedefeld, das bis zu Versuchsbeginn im April 1956 in der Vitrine gelagert hatte, mit Wasser von  $48^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  C übergossen. Die Früchte (300 Stück) befanden sich dabei in einem Becherglase und kamen anschließend für 24 Stunden in einen Thermostaten gleicher Temperatur. Danach wurde das Wasser von den Samen abgegossen und der Vorgang bei dem einen Versuch dreimal, beim anderen fünfmal wiederholt. Anschließend blieben die Früchte, mit feuchtem Fließpapier abgedeckt, noch 24 Stunden bei  $20^{\circ}$  C im Thermostaten. Die dann zum Keimen im Keimzimmer und in der Vitrine angesetzten sehr stark gequellten Früchte zeigten ein gelbliches Endosperm.

Da K i n z e l (1913) feststellte, daß Samen in „feuchtem, gequollenem Zustand gegen sehr starke Temperaturerniedrigung empfindlich sind“, wurden für die Versuche mit Kälteschock je 300 nicht gequellte Früchte 4 Stunden (im Februar) und 9 Stunden (im März 1956) in einem Becherglas einer Temperatur von  $-75^{\circ}$  bis  $-80^{\circ}$  C ausgesetzt. (Das Becherglas, mit einem Uhrglas abgedeckt, kam in einen Weinhold-Becher, der mit Kohlensäureschnee gefüllt war.) Die Früchte, unmittelbar danach 24 Stunden bei Zimmertemperatur eingequellt, zeigten nach dieser Zeit das gleiche glasige Endosperm wie vor dem Einquellen. Während der folgenden Zeit (die Früchte wurden wie üblich im Keimzimmer und in der Vitrine eingekeimt) sogen sich Endosperm und Embryo mit Wasser voll.

## Ergebnisse

Die Keimprobe der mit heißem Wasser behandelten Früchte verlief negativ, die TTC-Probe (Ermittlung der Keimpotenz mit Triphenyltetrazoliumchlorid) zeigte, daß die Samen tot waren. Die TTC-Probe der den niedrigen Temperaturen ausgesetzten Früchte zeigte Keimpotenz an, und es konnten keine Anzeichen einer Schädigung an den Früchten beobachtet werden. Als nach 8 bzw. 9 Monaten (im November) kein Keimen zu beobachten war, wurden die Früchte aufgeschnitten. Die Embryonen der in der Vitrine zum Keimen angesetzten Früchte hatten



sich besser entwickelt als die im Keimzimmer. Die Unterschiede im Nachwachsen zwischen den Embryonen im Keimzimmer und in der Vitrine waren bei den 9 Stunden behandelten deutlicher zu sehen als bei den 4 Stunden den tiefen Temperaturen ausgesetzten.

Demnach ist durch sehr tiefe Temperaturen die Keimruhe ebenfalls nicht zu brechen, andererseits tritt auch keine Schädigung ein. Es hat den Anschein, als ob die Früchte, die so tiefen Temperaturen ausgesetzt waren, zum Nachwachsen niedrigere Temperaturen als  $20^{\circ}\text{C}$  benötigen.

## 2.7 Wirkt sich ein starkes Zurücktrocknen der Früchte während der Lagerung auf das Keimergebnis aus?

Nach den bisherigen Ergebnissen ist es nicht möglich, das Eschensaatgut in dem der Blüte folgenden Jahr zum wirtschaftlich befriedigenden Auflaufen zu bringen. In der forstlichen Praxis wird das Saatgut meist im Herbst/Winter geerntet und bis zum Beginn des Stratifizierens im folgenden Jahr gelagert. Daraus erhebt sich die Frage: Bis zu welchem Wassergehalt kann Eschensaatgut während der Lagerung zurücktrocknen, ohne irreversiblen Schaden zu erleiden?

### 2.7.1 Rücktrocknung unter extremen künstlichen Bedingungen

#### Saatgut

Am 23. 3. 1957 wurden 3 freistehende 20- bis 30jährige Eschen in der Nähe Tharandts beerntet. Der Wassergehalt, nach den Prüfungsbestimmungen für Forstsaatgut ermittelt, ergab von am Baum verbliebenen Früchten am 4. 4. 1957 im Durchschnitt 21,7 %.

#### Versuche

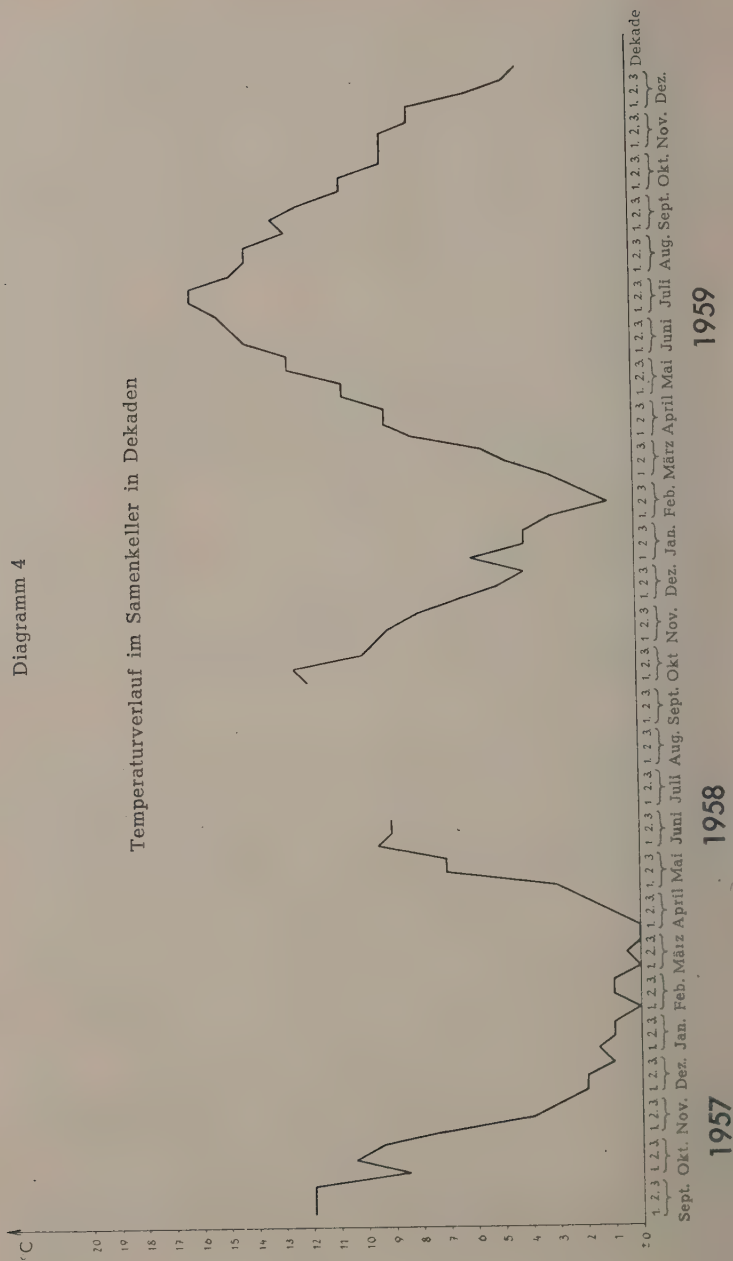
Das Saatgut lagerte nach der Ernte im Samen keller (Temperaturen des Samenkellers s. Diagramm Nr. 4). Fünf Wochen nach der Ernte kam es in einen Trockenschrank, worin bei  $30^{\circ}\text{C}$  40 % rel. Luftfeuchtigkeit herrschte. Die Temperatur stieg mehrmals durch Versagen des Kontaktthermometers auf  $40^{\circ}\text{C}$ . Nach bestimmten Zeiten (s. Tab. 3, Spalte 1) erfolgte eine Entnahme von Früchten (pro Baum jeweils 600),

Tabelle 3

Tage getrocknet	Baum I		Baum II		Baum III	
	Wasser- gehalt in %	gekeimt in %	Wasser- gehalt in %	gekeimt in %	Wasser- gehalt in %	gekeimt in %
1	2	3	4	5	6	7
1	14,1	95	13,8	97	15,7	86
3	9,1	89	9,4	96	11,0	87
7	6,7	81	8,0	97	7,4	88
12	5,3	91	6,0	99	5,5	83
19	—	—	4,7	95	4,6	76
46	—	—	4,2	95	3,7	78

Diagramm 4

Temperaturverlauf im Samenkeller in Dekaden



die anschließend bis April 1958 zum Stratifizieren in den Samenkeller kamen.

### Ergebnisse

Als im April 1958 die Samen zum Keimen entnommen werden sollten, war bereits ein großer Teil trotz der niedrigen Temperaturen von  $0^{\circ}$  bis  $3^{\circ}$  C gekeimt. Mitte Mai 1958 wurden folgende Keimergebnisse festgestellt:

Aus diesen Ergebnissen geht hervor

1. die Keimfähigkeit der einzelnen Bäume ist unterschiedlich,
2. ein Rücktrocknen bis auf 3,7 % Wassergehalt (vgl. Tab. 3, Spalte 6) hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Keimfähigkeit der Früchte.

### 2.72 Rücktrocknung unter natürlichen Bedingungen

Solche Rücktrocknungsbedingungen, wie soeben für Versuche im Brutschrank beschrieben, kommen praktisch nicht vor. Daher sollte die Abhängigkeit der Keimfähigkeit von einer mehr oder weniger natürlichen Lagerungsart und -dauer untersucht werden.

### Saatgut

Das für diese Versuche verwendete Saatgut stammte von einem Mitte November 1957 beernteten, 30- bis 40jährigen Baum in Dresden-Blasewitz. Es konnte nur ein Baum mit genügend viel Früchten gefunden werden. Der Wassergehalt der Früchte betrug zum Zeitpunkt der Ernte 37,8 %.

### Versuche

Das Saatgut wurde an 3 verschiedenen Orten gelagert (vgl. Tab. 4, Kopf zu Spalten 4, 6, 8):

1. auf einem trockenen Boden,
2. in einem Brutschrank bei  $25^{\circ}$  C und rel. Luftfeuchte von ca. 60 %,
3. im Samenkeller; die rel. Luftfeuchte lag zwischen 95 und 98 % (Temperatur s. Diagramm Nr. 4).

Von jeder Lagerungsart wurden im Abstand von 1 bzw. 2 Monaten Proben zur Wassergehaltsbestimmung und gleichzeitig  $4 \times 100$  Samen zur Stratifikation im Samenkeller entnommen (vgl. Tab. 4, Spalte 1), wo sie bis März 1959 verblieben. Dann kamen die Samen zum Keimen im Sandkeimbett in die Vitrine.

### Ergebnisse

Ein Teil der Früchte war bereits bis Ende März während des Stratifizierens gekeimt. Das gibt über die Keimtemperatur Auskunft, die demnach im März 1959 zwischen  $3^{\circ}$  und  $6^{\circ}$  C und im Vorjahr noch darunter lag. Der Rest der nicht gekeimten Früchte war zum größten Teil faul; der übrige Teil wies zu Versuchsabschluß Mitte Mai 1959 voll ausgewachsene Embryonen auf.

Bei der Lagerung der Früchte im Samenkeller stellte sich heraus, daß die Früchte stets feucht, und die Flügel biegsam blieben. Zeitweise

Tabelle 4. Wassergehalt nach unterschiedlichem Lagern und Keimprozent nach anschließender Vorkeimung und Stratifikation

Gelagert vom November 1957 bis . . . 1958	Dauer der Lagerung in Monaten	Dauer der Stratifikation*) in Monaten	Wassergehalt nach Lagerung auf dem Boden	Keimprozent im März bis Juni 1959	Wassergehalt nach Lagerung im Brutschrank	Keimprozent im März bis Juni 1959	Wassergehalt nach Lagerung im Samenkeller	Keimprozent im März bis Juni 1959
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Januar	3	14	15,3 %	95	18,1 %	93	38,6 %	91
Februar	4	13	14,4 %	94	7,9 %	86	53,6 %	78
März	5	12	13,2 %	92	7,0 %	88	70,4 %	90
April	6	11	12,4 %	92	15,3 %	86	76,4 %	85
Juni	8	9	10,0 %	81	10,9 %	80	64,8 %	69

\*) Stratifikationstemperaturen herrschten bis Ende Mai 1958, dann folgten Vorkeimtemperaturen bis Ende November 1958 und danach wieder Stratifikationstemperaturen bis Ende März 1959 (s. Diagramm 4).

beschlugen bei geringem Temperaturumschlag die Früchte mit Wasser. Die Embryonen wuchsen unter diesen Bedingungen jedoch nicht nach.

Wie aus Tab. 4 (Spalten 3, 5, 7, 9) hervorgeht, sind höchste Keim-ergebnisse mit den längsten Stratifikationszeiten gekoppelt. Auffällig dabei ist (s. Diagramm 4), daß in der Stratifikationszeit (Januar 1958 bis März 1959) während der Monate Mai bis November 1958 Temperaturen auf die Früchte einwirkten, die nahe an die von uns für die Vorkeimung gefundenen heranreichten. Je länger die Früchte gelagert werden (vgl. Tab. 4, Spalte 1), desto geringer wird das Keimprozent (Spalten 5, 7, 9) im zweiten Jahr nach der Blüte.

Das hier verwendete Saatgut wurde im Winter nach der Blüte geerntet. Ob sich Eschenfrüchte, die, was bei manchen Eschen vorkommt, nahezu 1½ Jahre am Baum hängen bleiben, in ihrem Keimverhalten von denen, die im ersten Winter nach der Blüte geerntet werden, unterscheiden, ist noch nicht untersucht worden.

### 3. Besprechung der Ergebnisse

#### 3.1 Die Vorkeimung

Darunter wird nach Lakon das Nachwachsen der Eschenembryonen zur samenausfüllenden Größe verstanden. Bekanntlich hat der Embryo bei *F. excelsior* zur Zeit der Fruchtreife erst die Hälfte der Länge, die er bei Beginn der Keimung aufweist, erreicht.

Das Nachwachsen der Embryonen ist bei Früchten von *F. excelsior* Voraussetzung für den Stratifikationserfolg. Nach unseren Erfahrungen ist die Vorkeimung nur bei höheren als Stratifikationstemperaturen (d. h. mehr als 7°C) möglich. Das Optimum dafür scheint zwischen 15° und 20°C zu liegen. Diese für die Vorkeimung notwendige Temperatur muß bei Frühernten (Früchte völlig grün) etwa 2 Monate, bei Normalernten (Früchte braun) etwa 6 Monate einwirken. Sobald nur ein geringfügiges Nachwachsen der Embryonen beginnt, ist auch Stärke nachweisbar. Be-

reits L a k o n berichtet, daß schon 10 Tage nach der Aussaat Stärkekörner in den Embryonen festzustellen sind. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, daß nur dann Stärke gebildet wird, wenn die Samen den für die Vorkeimung notwendigen Temperaturen ausgesetzt werden. Wurden die Eschenfrüchte sofort nach der Ernte bei konstanten Temperaturen von  $-3^{\circ}$ ,  $1^{\circ}$ ,  $4^{\circ}$  und  $7^{\circ}\text{C}$  6 Monate lang stratifiziert, so war nach dieser Zeit keine Stärke nachweisbar, und die Embryonen waren während der 6 Monate nicht nachgewachsen.

Unsere Beobachtung zeigt, daß zu Beginn der Stratifikation die Embryonen nicht völlig nachgewachsen sein müssen. Das Ende der Vorkeimung kann somit in die beginnende Stratifikationszeit fallen. Das entspricht auch den Verhältnissen in der Natur.

Wenn das Wachstum der Embryonen einmal eingesetzt hat, scheint seine Fortsetzung demnach nicht mehr so stark an den Temperaturbereich zwischen  $15^{\circ}$  und  $20^{\circ}\text{C}$  gebunden zu sein, wie zu Beginn der Vorkeimung. Das sind jedoch Vermutungen, und weitere Untersuchungen werden näheren Aufschluß über die das Nachwachsen der Embryonen beeinflussenden Faktoren bringen müssen.

### 3.2 Die Stratifikation und Keimung

Die von uns verwendete Stratifikationstemperatur lag zwischen  $0^{\circ}$  und  $7^{\circ}\text{C}$ . Sie braucht während der Stratifikation nicht konstant zu sein, sondern kann dem natürlichen Temperaturgang folgen, wobei der Temperaturgang in Kellern, Erdgruben oder Mieten normalerweise nicht unter  $0^{\circ}$  absinkt. Die Stratifikationsdauer ist nach unseren Ergebnissen nur in geringem Maße vom Reifegrad der Früchte abhängig.

Frühreife Früchte (völlig grün) benötigen nach der Vorkeimung eine Stratifikationsdauer von 5–6 Monaten, um in dem der Blüte folgenden Frühjahr zum mehr oder weniger großen Teil aufzulaufen (das höchste Auflaufergebnis lag bei unseren Versuchen bei 62 %). Diese Bedingungen sind bei sofortiger Aussaat der Früchte nach früher Ernte gegeben. Die Bodentemperaturen liegen im Spätsommer noch über  $7^{\circ}\text{C}$ , so daß die Embryonen nachwachsen können. Anschließend folgen dann während des Winterhalbjahres die Stratifikationstemperaturen. Vollreif geerntete Früchte brauchen 6–7 Monate Stratifikation. Die höchsten Keimergebnisse wurden dann erzielt, wenn sie nach der Ernte bis zur Aussaat im zweiten Frühjahr im Stratifikationsmedium in Erdgruben, Mieten oder Kellern verblieben.

Wie aus unseren Untersuchungen hervorgeht, ist es ohne großen Einfluß, ob die vollreif geernteten Früchte im Januar oder erst im April zur Stratifikation angesetzt werden. Zunächst müssen sie ja erst zur Vorkeimung gelangen. Die dafür erforderliche Temperatur (über  $7^{\circ}\text{C}$ ) herrscht in Mieten, Kellern oder Erdgruben gewöhnlich ab Mai. Die eigentliche Stratifikation beginnt nach der Vorkeimung etwa im November (denn dann erst liegt die hierfür erforderliche Temperatur unter  $7^{\circ}\text{C}$ ) und erstreckt sich bis zum Keimen im März/April des zweiten



Frühjahrs nach der Ernte. Die Früchte beginnen bereits während der Stratifikation (bei Temperaturen zwischen  $0^{\circ}$  und  $7^{\circ}$  C) zu keimen.

Festzuhalten ist, daß die in einem Keller mit einer rel. Luftfeuchtigkeit zwischen 95 und 98 % gelagerten Früchte einen hohen Wassergehalt ( $\approx 70$  %) aufwiesen und in der Keimfähigkeit, je später sie zur Stratifikation angesetzt wurden, am stärksten zurückblieben. Die Ursache dafür kann in dem Verlust an Reservestoffen liegen, der durch hohe Atmungsintensität (bedingt durch den hohen Wassergehalt) während der Lagerung hervorgerufen wird; umgekehrt wurde durch das Trocknen von Eschenfrüchten bis herab zu 3,7 % Wassergehalt keine wesentliche Verringerung der Keimfähigkeit hervorgerufen.

Die Art der Stratifikation (ob im Erdboden, in Mieten oder Kellern) ist ohne Bedeutung für das Stratifikationsergebnis.

Das Stratifikationsmedium (ob Humus, Sand oder Torfmull) bleibt ohne Einfluß auf das Ergebnis der Stratifikation.

### 3.3 Vorkeimung und Stratifikation

Beides, Vorkeimung und Stratifikation, schaffen erst zusammen die Voraussetzung für eine Keimung. Somit wird die Vermutung Puchners bestätigt, der ein Keimen nach Vorkeimung erst nach bestimmten äußeren Reizwirkungen annimmt.

Unsere Versuchsergebnisse zeigen, daß trotz völlig nachgewachsener Embryonen kein Keimen einsetzt, wenn dem Vorkeimen nicht die Stratifikation folgt.

Werden Eschenfrüchte (Samen bereits braun) sofort nach der Ernte 2–4½ Monate lang Temperaturen ausgesetzt, bei denen ein Vorkeimen möglich ist und anschließend 4–5 Monate stratifiziert, keimt ein Teil der Früchte (bei unseren Versuchen maximal 32 %). Dieses Resultat bestätigt die Ergebnisse von Asakawa (1956), dem es ebenfalls durch Anwendung verschiedener Temperaturfolgen gelang, einen Teil der Eschenfrüchte im Jahre nach der Ernte zum Keimen zu bringen.

Das Ergebnis der Embryonenmessungen ließ erkennen, daß ein Teil der nicht gekeimten Früchte kaum nachgewachsene Embryonen aufwies. Die Ursache bleibt noch ungeklärt.

Bislang ist noch nicht bekannt, in welchem Maße der Keimverzug, der sehr unterschiedlich sein kann, von genetischen oder ökologischen Bedingungen abhängig ist. Es kann sein, daß die Ursache dafür genetischer Art ist, da sich die einzelnen untersuchten Bäume in ihren Keimergebnissen deutlich unterscheiden.

### 3.4 Künstliche Maßnahmen

Unsere Versuche zeigten, daß die in der Natur gegebenen längeren Zeiten der Vorkeimung bei höheren Temperaturen ( $15^{\circ}$  bis  $20^{\circ}$  C) und der anschließenden Stratifikation bei niederen Temperaturen ( $< 7^{\circ}$  C) weder durch Heißwasserbehandlung noch durch Kälteschock ersetzt werden können. Das ist allerdings nicht mit den Ergebnissen von Klopow (1952), Osmakowski (1951) und Chirilei (1954) in Einklang zu bringen, die mitteilen, daß sie durch Heißwasserbehandlung Erfolge erzielten.

### Schlußfolgerungen

1. Um im ersten Frühjahr nach der Blüte wenigstens einen Teil (in unseren Versuchen waren es maximal 62 %) der im Herbst gesäten Früchte zum Auflaufen zu bringen, sind folgende Voraussetzungen notwendig:
  - a) Die Früchte müssen zur Zeit der Ernte noch ein grünes Perikarp und eine grüne Samenschale aufweisen. Je nach den klimatischen Bedingungen, unter denen das Saatgut reift, wird die günstigste Erntezeit zwischen Ende August und Mitte September schwanken.
  - b) Durch sofortige Aussaat wird das Saatgut noch im Herbst Temperaturen im Boden ausgesetzt, die das Vorkeimen ermöglichen. Soll das frühzeitig geerntete Saatgut erst im Frühjahr ausgesät werden, muß es nach der Ernte (im gequellten Zustand und im Stratifikationsmedium) etwa 2 Monate Temperaturen von  $> 7^{\circ}\text{C}$  — das Optimum scheint bei  $15^{\circ}$  bis  $20^{\circ}\text{C}$  zu liegen — ausgesetzt werden. So wird ein Nachwachsen der Embryonen ermöglicht.
  - c) Die an die Vorkeimung anschließende Stratifikation erfolgt bei Herbstsaat durch niedere Bodentemperaturen. Früchte, die im Frühjahr ausgesät werden, sind bei Temperaturen von  $1^{\circ}$  bis  $7^{\circ}\text{C}$  nach der Vorkeimung in einem Keller, in Gruben oder Mieten bis zur Aussaat zu stratifizieren. Dabei sind das Stratifikationsmedium und die Art der Stratifikation ohne wesentlichen Einfluß auf das Ergebnis.
2. Um im zweiten Frühjahr nach der Ernte von vollreif geernteten Eschenfrüchten eine möglichst hohe Sämlingsausbeute zu erzielen, ist das Saatgut bald nach der Ernte in Kellern, Gruben oder Mieten zu stratifizieren, deren Temperaturgang dem natürlichen Temperaturverlauf folgt, jedoch nicht unter  $0^{\circ}\text{C}$  absinkt. Das entspricht der Empfehlung der Forestry-Commission (ANONYM), Eschenfrüchte nach der Ernte 18 Monate in Erdgruben zu stratifizieren. Bei einer 12monatigen trockenen Lagerung mit anschließender 6monatiger Stratifikation bis zur Aussaat (ebenda an 2. Stelle empfohlen) ist nach unseren Erfahrungen kaum mit einem befriedigenden Auflaufen zu rechnen.

Sollen nach Cieslar (1920, S. 100) „die Eschensämlinge in natürlichem Prozeß der Reifung des Saatgutes erst im zweiten Frühjahr nach der Blüte gewonnen werden, dann ernte man die Früchte während des Winters bis in den Februar hinein und baue sie nach gegebener Möglichkeit noch im ersten Frühjahre an, oder lagere sie im Freien in feuchtem Sande bis zu der im zweiten Frühjahre erfolgenden Aussaat“.

Obwohl nach unseren Versuchen die höchsten Keimergebnisse dann erzielt werden, wenn die Stratifikation bereits im Winter (Januar), nicht erst im Frühjahr, beginnt, ist das Verfahren nach Cieslar (1920) für die Praxis vorteilhafter, da die Neigung der Früchte, schon während der Stratifikation zu keimen, viel geringer ist. Auf diese Weise wird die Aussaat bereits gekeimten Saatgutes vermieden.

Die Lagerung der Eschenfrüchte bis zur Stratifikation hat dann so zu erfolgen, daß sich der Wassergehalt der Früchte, den sie zur Zeit der Ernte aufweisen, nicht erhöht.

### 5. Zusammenfassung

1. In vorliegender Arbeit wird über eine Anzahl von Untersuchungsergebnissen an Saatgut von *Fraxinus excelsior* aus den Jahren 1953–1959 (unveröffentlichte Diplomarbeiten) berichtet.
2. Das Nachwachsen der Embryonen (Vorkeimung) ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Stratifikation. Der optimale Temperaturbereich für das Nachwachsen scheint zwischen  $15^{\circ}$  und  $20^{\circ}$  C zu liegen; die Zeit beträgt bei frühgeernteten Früchten etwa 2, bei spätgeernteten etwa 6 Monate.
3. Als Stratifikationszeit sind für Früchte einer Frühernte nach der Vorkeimung etwa 5–6 Monate, für die einer Späternte etwa 6–7 Monate erforderlich.
4. Das Stratifikationsmedium (ob Sphagnum, Torf oder Sand) und die Art der Stratifikation (ob in Erdgrube, Miete oder Keller, deren Temperatur von der Freilandtemperatur beeinflusst wird) sind ohne Einfluß auf das Stratifikationsergebnis.  
Sehr früh geerntete Eschenfrüchte (Flügel und Samenschale noch grün) keimten auch bei sofort nach der Ernte erfolgender Vorkeimung und anschließender Stratifikation, wenn überhaupt, maximal bis zu 62 %.
5. Eschenfrüchte, deren Samenschale zur Ernte bereits braun, und deren Flügel nur noch vereinzelt grün sind, keimen zum Teil im Frühjahr nach der Blüte, wenn sie einer 2- bis  $4\frac{1}{2}$ -monatigen Vorkeimzeit und anschließend einer 4- und 5monatigen Stratifikation ausgesetzt werden.
6. Die optimale Keimtemperatur liegt im Bereich der Stratifikationstemperaturen.
7. Werden Eschenfrüchte gelagert, ist keine Gefahr durch ein zu starkes Rücktrocknen gegeben, da selbst Früchte mit so niedrigem Wassergehalt wie 3,7 % nach entsprechender Vorkeimung und Stratifikation normal keimten.
8. Weder durch Heißwasserbehandlung ( $50^{\circ}$  C) noch durch Kälteschock ( $-80^{\circ}$  C) kann das Überliegen von Eschensaatgut verhindert werden.
9. Es werden Empfehlungen zu einer maximalen Sämlingsausbeute bei Esche im ersten und zweiten Jahr nach der Blüte gegeben.

### Literatur

- Anonym, Collection and storage of ash, sycamore and maple seed. Leaflet No. 33, Forestry Commission [Großbritannien].
- Asakawa, S., Some observations on *Fraxinus* seeds. Journ. Jap. Forestry Soc. **37**, 1955, 1–5.
- , Studies on the delayed germination of *Fraxinus mandshurica* var. *japonica* seeds. (1) Historical and preliminary observations. Bull. Governm. Forest Exper. Stat. No. 83, 1956, 1–18.

- Chirilei, H., Accelerarea germinatiei semintelor citorva arbori forestieri prin tratament termic. Bul. Stiint. **4**, 1954, 1037—1045.
- Cieslar, A., Über die Erntezeit der Früchte der gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Cbl. ges. Forstwesen **46**, 1920, 90—100.
- Cotta, H., Anweisung zum Waldbau. Leipzig 1856, S. 263.
- Erbe, W., Die Stratifizierung von Saatgut im Keller in Abhängigkeit von Erntetermin, Behandlungsdauer und Aussattermin. Dipl. Arbeit, Tharandt, 1955 (unveröffentlicht).
- Fischer, F., Saatversuche mit Eschen-, Hainbuchen- und Feldahorn-samen. Allgem. Forstztschr. **7**, 1952, 89—90.
- Jahnel, H., Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. I. Angew. Bot. **29**, 1955, 139—151.
- , Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. II. Angew. Bot. **30**, 1956, 185—201.
- , Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut. III. Angew. Bot. **31**, 1957, 159—165.
- Kinzel, W., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart 1913.
- Klopow, A. A., Schnellmethode des Stratifizierens. Übersetzung aus: Forstwirtschaft (Lesnoe chozajstvo) Nr. 2, 1952.
- Kommert, R., Der Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Keimung von *Fraxinus excelsior*. Dipl. Arbeit, Tharandt, 1957 (unveröffentlicht).
- Lakon, G., und Bulat, H., Die Feststellung der Keimfähigkeit der Laubholzsamen nach dem Topographischen Tetrazoliumverfahren. II. Die Oleaceen. Saatgutwirtschaft **6**, 1954, 40—42.
- Lische, K., Der Einfluß verschiedener Lagerungsbedingungen auf das Keimvermögen von Eschensamen (*Fraxinus excelsior*). Dipl. Arbeit, Tharandt, 1959 (unveröffentlicht).
- Osmakowski, P. A., Wärmeverfahren bei der Stratifikation. Übersetzung aus: Forstwirtschaft (Lesnoe chozajstvo) Nr. 10, 1951.
- Puchner, H., Untersuchungen über verzögerte Keimung. Naturwiss. Ztschr. Forst- u. Landw. **13**, 1915, 159—178.
- , Die verzögerte Keimung von Baumsämereien. Forstwiss. Cbl. **44**, 1922, 445—455.
- Rohmeder, Die Überwindung der Keimhemmungen beim forstlichen Saatgut. Der Wirtschaftszweig Forstsaamen und Forstpflanzen und die deutsche Wirtschaft. Halstenbek 1949, 94—101.
- Rottmann, Müssen Laubholzsamen überliegen? Allgem. Forstztschr. **6**, 1951, 417.
- Sell, G., Die Stratifikation von Forstsaatgut unter verschiedenen natürlichen Bedingungen. Dipl. Arbeit, Tharandt, 1955 (unveröffentlicht).
- Sowade, K., Der Einfluß verschiedener Temperatur und Feuchte auf die Keimung von keimgehemmtem Forstsaatgut. Dipl. Arbeit, Tharandt, 1955 (unveröffentlicht).
- Steinbauer, G., Dormancy and germination of *Fraxinus* seeds. Plant Physiology **12**, 1937, 813—824.
- Wanowski, P. J., und Woronzow, F. K., Beschleunigung der Stratifikation von Waldsaamen. Übersetzung aus: Forstwirtschaft (Lesnoe chozajstvo) Nr. 9, 1952, 62—64.

# Die Wirkung von Insektizidemulsionen auf die mit Aceton-Petroläther extrahierbaren Anteile von Coleussprossen\*)

Von

Frank Beye

z. Z. im Botanischen Institut der Universität Freiburg i. Br.

## A. Einleitung

Bei Prüfung des Einflusses von Insektiziden auf Pflanzen wurden unter anderem *Coleus*-Sprosse in Hydroponik-Kultur untersucht. Bei „basaler“ Anwendung (Applikation von Handelsemulsionen der Präparate in den Nährlösungen) waren sowohl in Blättern wie Sprossen und Wurzeln bei fast allen Mitteln die mit Aceton/Petroläther extrahierbaren Anteile verändert. Bei dem Versuch, die hierbei festgestellten physiologischen Veränderungen (vgl. 1) zu deuten, erwies sich eine Prüfung auf den Gehalt der Organe an insektizidem Wirkstoff (WS) sinnvoll (2). Da Stichproben zeigten, daß durch Aceton/Petroläthergemisch je nach Behandlung unterschiedliche Stoffmengen extrahiert wurden, mußte der Einfluß verschiedener der Nährlösung zugeführter insektizider Präparate auf die Menge extrahierbarer Substanzen in den Pflanzen ermittelt werden.

Wir richteten auf diese Veränderungen u. a. besonderes Augenmerk, da nach Forsyth und Samborski (3) bei DDT-Spray-Behandlung der Gehalt an löslichen Stickstoff- und Zuckerkomponenten in Blättern deutlich erhöht sein und die Rostresistenz von bestimmten Sorten herabgesetzt werden kann. Durch Kautern der ableitenden Gefäßbündel wurde die gleiche Wirkung wie durch DDT-Spray erzielt; dies führte zur Vermutung, daß das Insektizid den Abtransport von Stoffwechselprodukten aus den Blättern verhindern könne. Da Rostinfektionen an sich von einem erhöhten Gehalt an löslichen N- und Kohlenhydratkomponenten begleitet sind (3), mußten solche Veränderungen berücksichtigt werden. Neben der Wirkung möglicher WS-Rückstände in der Pflanze (2) ergab sich die Frage, wieweit die Beistoffe (Emulgatoren, Trägersubstanzen u. a.) an der Gesamtwirkung beteiligt sein können.

Wir beschränken uns hier in erster Linie auf die Wirkungen von verschiedenen Insektizidemulsionen, welche isolierten Sprossen in der Nährlösung geboten wurden. Über die durch die Applikation im Sprayversuch bedingten Wirkungen werden wir später berichten (4).

## Material und Methode

Untersucht wurden Sprosse einer Varietät des *Coleus blumei*, die seit etwa 30 Jahren im Botanischen Garten der Universität Freiburg gehalten wird; seit 1954 wurde diese Ziernessel von uns in Klonen weitergezüchtet, die eine verhältnismäßig große Homogenität bei physiologischen Unter-

\*) Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.



suchungen bewiesen. Die Pflanzen wurden in Töpfen mit Erde im Gewächshaus angezogen, und bei 5—6 Wochen alten Kulturen wurden die Haupttriebe gekappt. Nach weiteren 4—5 Wochen wurden 25 cm lange Seitentriebe mit scharfem Scherenschlag abgeschnitten und (markiert nach Herkunft) in 200 ml Weithals-Erlenmeyerkolben mit 200 ml Nährlösung nach Bonner und Devirian (5<sup>\*)</sup> übertragen. Von den 6—7 ausgebildeten Blattpaaren wurden die unteren bis auf 4 Paare entfernt. Die Triebe wurden mit einem festen Wattepfropf so in die Kolben gesetzt, daß sie bis auf den Gefäßboden reichten und zum Erleichtern der Wurzelbildung, wie dem Zurückhalten der Veralgung der Gefäße, die Kolben mit schwarzer Papierhülle versehen. Nach unseren Erfahrungen erübrigt sich bei *Coleus* das Durchlüften der Nährlösungen (6), welches je nach Dampfdruck der WS unterschiedliche oder erhebliche Substanzverluste verursacht hätte.

Da die reinen WS der untersuchten Insektizide (ausgenommen Isolan) sich nicht in dem erforderlichen Maße in Wasser lösen ließen, haben wir folgende Handelspräparate untersucht:

### Chlorierte Kohlenwasserstoffe

Gesarol 50 <sup>3)</sup>	(1,1,1-Trichlor-2,2-bis(p-chlorphenyl)äthan-WS als Spritzpulver (50 %) und „DDT“-Emulsion (25 % WS)
Thiodan <sup>2)</sup>	(17,5 % WS), Emulsion
Lindan <sup>3)</sup>	(WS 50 %), in Spritzpulver gleicher Zusammensetzung wie Gesarol 50

### Phosphorsäureester u. a.

E 605 forte <sup>1)</sup>	(50 % Parathion-WS), Emulsion
Basudin <sup>3)</sup>	(20 % Diazinon-WS), Emulsion
Metasystox <sup>3)</sup>	(50 % Demeton-O-methyl-WS), Emulsion
Dipterex <sup>1)</sup>	(50 % Trichlorphon-WS), Emulsion
Malathion <sup>4)</sup>	(50 % WS), Emulsion
Phenkapton <sup>3)</sup>	(20 % WS), Spritzpulver (gleicher Formulierung in Beistoffen wie bei Gesarol 50) und Emulsion (25 % WS in gleicher Formulierung wie DDT-Emulsion)

### Carbamate und Akarizide

Isolan <sup>3)</sup>	(technisches Produkt mit 98 % WS-Gehalt ohne Emulgatoren etc.)
G 338 <sup>3)</sup>	(25 % Chlorbenzilat-WS), Emulsion.

- 1) Bayer-Leverkusen
- 2) Farbwerke-Hoechst
- 3) Geigy-Basel
- 4) Merck-Darmstadt

Wir haben jeweils aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den in der Praxis üblichen Anwendungsweisen der Präparate die Handelspräparate direkt den Nährsalzlösungen zugesetzt, so daß  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  und ggf.  $10^{-6}$  g/ml in 200 ml des fertigen Emulsions-Mineralsalzgemisches enthalten waren, das heißt, daß die gleichen Mengen der Präparate und nicht gleiche Mengen reiner WS verglichen wurden\*\*).

<sup>\*)</sup> Zusammensetzung der fertigen Nährlösung pro Liter:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  242 mg;  $\text{KNO}_3$  85 mg; KCl 61 mg;  $\text{Mg SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  72 mg;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  20 mg; Fe-Citrat 1,5 mg. (Stammlösungen 10fach konzentriert in Aqua dest., Magnesiumsulfat und Eisennitrat gesondert angesetzt, um Fällungsreaktionen in den Stammlösungen zu vermeiden; die Stammlösung wird mit Leitungswasser verdünnt und Magnesium- und Eisenlösung erst zum Schluß beigelegt.) Bei Verwendung von Leitungswasser erübrigt sich nach unseren Erfahrungen der Zusatz weiterer Spurenelemente.

<sup>\*\*) z. B. bei  $10^{-3}$  g/ml E 605 (WS 50-%ig) = 100 mg WS in 200 ml Nährsalzlösung je Kolben, bei 10 g/ml G 338 (WS 25-%ig) = 50 mg WS in 200 ml Nährsalzlösung je Kolben.</sup>

Die Wirkungen der Präparate wurden jeweils auf zwei Wegen geprüft:

- a) an frisch von Topfkulturen abgeschnittenen Sprossen, in der Folge kurz „unbewurzelte Sprosse“ bezeichnet, die im Verlauf der Kultur Wurzeln bilden konnten,
- b) an bei Kulturbeginn bewurzelten Sprossen, die nach Abschneiden von Topfkulturen einer 4- bis 5wöchentlichen Vorkultur in Nährlösung unterworfen waren und kräftige Wurzelballen gebildet hatten.

Jeweils nach 7, 15 und 24 Tagen Kultur wurden die im Gewächshause gehaltenen Pflanzen aus den Kulturkolben genommen, die Wurzelballen etwa 10 Minuten im fließenden Wasser gewässert, um anhaftende Emulsionsreste u. a. zu entfernen, und getrennt nach Wurzeln, Sproß und Blättern die Frischgewichte bestimmt. Das Material von 1 bis 2 Pflanzen (je Aufarbeitungstermin und Behandlungsweise) wurde nach Vorzerkleinern mit Schere in Reibschalen unter Zusatz von grobem Quarzsand (p. A. Merck), unter Beifügung von reinem Aceton, fein zerrieben und der Brei unter erneutem Zusatz von Aceton in Schlißflaschen (Braunglas) unter Zusatz von reinem Petroläther (Sp. 50 bis 60° C, Aceton : Petroleumbenzin wie 3 : 2 Volumen) etwa 15 Minuten auf der Schüttelmaschine geschüttelt. Die Flaschen wurden über Nacht stehengelassen, morgens filtriert und dem Ausgangsgewicht entsprechend mit Lösungsmitteln aufgefüllt. Von den bei 18 bis 22° C gewonnenen „Kaltextrakten“ wurden nach gründlichem Durchmischen 10 ml Lösung entnommen und in Wägegläsern im Trockenschrank bei 60° C getrocknet, auf Analysenwaage die Trockengewichtsanteile der Lösungen bestimmt und diese auf die Ausgangsgewichte rückberechnet. Abhängig von den Wirkungen der Behandlung auf die ganze Pflanze wurden je 2 bis 10 g Frischgewichtsanteil je Organ aufgearbeitet. Über die parallel geführte Untersuchung von Extrakten in ihrer Wirkung auf *Drosophila melanogaster* wird an anderer Stelle berichtet werden (2).

Als Kontrollen wurden jeweils gleicherart kultivierte Sprosse derselben *Coleus*-Klone parallel aufgearbeitet. Die geschilderten Versuche wurden vom Oktober 1959 bis März 1960 durchgeführt, da in diesem Zeitraum auch im Gewächshause verhältnismäßig gut untereinander vergleichbare Bedingungen bestanden (weiteres siehe 1).

### C. Versuchsergebnisse

#### a) Allgemeine Beobachtungen

In den Voruntersuchungen hatten sich, abhängig von Jahreszeit und Kulturmethode, erhebliche Unterschiede im Extraktgehalt der Organe ergeben: Topfkulturen in Gartenerde wiesen höhere Extraktwerte auf als Hydroponikkulturen von *Coleus* (2). Daneben hatten frühere Versuche ergeben, daß Topfkulturen bei Spray-Applikation von Pflanzenschutzmitteln weniger empfindlich reagieren konnten als in Hydroponik gehaltene Pflanzen beim Besprühen. Wir haben der Nährlösungskultur dennoch den Vorzug gegeben, da sie eine gewisse Standardisierung der Bedingungen ermöglicht und die unter Praxisbedingungen (Freilandversuche) beobachteten physiologischen Veränderungen (1) bei Insektizidbehandlungen bei Überdosierung im Modellversuch deutlicher werden läßt.

Die weiteren Untersuchungen ergaben deutliche Unterschiede der extrahierbaren Anteile verschiedener Organe von Kontrollpflanzen: Höchste

Mengen in Blättern, die niedrigsten in den Wurzeln, und in der Mitte liegende Werte für Stengel und Stiele (Sprosse). Im Verlauf der Kultur nimmt der prozentuale Extraktgehalt leicht zu (Tab. 1), wobei diese Tendenz sich sowohl bei Blättern wie bei Sprossen und Wurzeln abzeichnet\*).

Tabelle 1. Beispiel für Kontrollwerte (unabhängige Wiederholungen)  
Trocken-Extraktmengen in % der Ausgangs-Frischgewichte

		unbewurzelt			bewurzelt		
		I	II	III	I	II	III
Serie A	Blätter	1,09	1,15	1,38	1,12	1,25	1,38
	Sprosse	0,70	0,75	0,81	0,59	0,64	0,72
	Wurzeln	—	—	0,52	0,43	0,55	0,64
Serie B	Blätter	0,99	1,19	1,46	1,09	1,17	1,33
	Sprosse	0,78	0,87	0,88	0,64	0,70	0,91
	Wurzeln	—	—	0,63	0,36	0,44	0,61

I nach 8 Tagen Kultur (im Herbst 1959)

II nach 15 Tagen Kultur

III nach 24 Tagen Kultur

Für die Besprechung wurden die durch Kultur in WS-Lösungen veränderten Extraktmengen (Tab. 2, 3) jeweils auf die gleichzeitigen Kontrollen (= 100) bezogen. Vergleichbar gehaltene Kontrollen zeigten in Wiederholungsversuchen innerhalb gleicher Fixierungszeitpunkte (I, II, III) keine überaus großen Schwankungen, „WS-Kulturen“ hingegen erhebliche Abweichungen zwischen den Wiederholungen (bis zu  $\pm 11$  bis 12 %).

Die auch im Gewächshaus unvermeidlichen Unterschiede der Umweltbedingungen für die Wiederholungen wirken sich also nach Behandlung stärker aus als in den Kontrollen; da deren Werte recht homogen waren, sind wir trotzdem berechtigt, die Vergleiche in Relativwerten durchzuführen. Aus arbeitstechnischen Gründen konnte eine Vermehrung der Analysen nicht ermöglicht werden. (Insgesamt wurden pro Konzentration jedes Mittels etwa 25 bewurzelte und 25 unbewurzelte Sprosse untersucht und an 3 Fixierungsdaten (I, II, III) die Menge an extrahierbarem Material bestimmt.)

Die höchsten Emulsionskonzentrationen ( $10^{-3}$  g/ml) lösen besonders bei unbewurzelten Sprossen toxische Wirkungen aus (Parathion, Demeton-o-methyl, Malathion, Diazinon, Thiodan, Chlorbenzilat und Isolan). Auch die zu Versuchsbeginn bewurzelten Kulturen weisen starke Schäden am Wurzelballen beim Fortschreiten der Kultur auf. Bei Behandlung mit  $10^{-4}$  g/ml ist die Schädigung allgemein schwächer, bei bewurzelten Kulturen erlaubt sie bereits Wurzelneubildung.

\*) Bestimmungen der Trockengewichtsanteile von Blättern u. a., über die später berichtet werden soll, zeigen, daß diese „Zunahme“ nicht von Verschiebungen des relativen Wassergehaltes abhängt.

Spritzpulver von Trichlorphenyl-bis-chlorphenyläthan, Phenkapton und Lindan lösen eine solche starke Vergiftungswirkung bei  $10^{-3}$  g/ml nicht aus. Unbewurzelte Kulturen bilden nach Behandlung mit Gesarol- und Phenkapton-Spritzpulver noch relativ gut Wurzeln, die zwar keulenförmige Verdickungen aufweisen, jedoch funktionsfähig sind.

Lindan-Spritzpulver hemmt hingegen, bei gleicher Beistoff-Formulierung wie Gesarol und Phenkapton-Spritzpulver, bis zur Konzentration von  $10^{-5}$  g/ml praktisch vollkommen die Wurzelbildung innerhalb von 24 Tagen, ohne daß die Sprosse und Blätter äußerlich nennenswert verändert sind. Bei den Emulsionen von Phenkapton und Trichlorphenyl-bis-chlorphenyläthan sind hingegen die Schädigungen des unteren, in die Lösung tauchenden Sproßanteils ähnlich wie bei den anderen handelsüblichen Emulsionspräparaten.

#### b) Veränderungen der gewonnenen Extraktmengen

Die Veränderungen\*) nach Behandlung (Tab. 2 und 3) zeigen im einzelnen erhebliche Unterschiede:

Fast alle Mittel verändern nach Maßgabe der Konzentration deutlich die erhaltenen Extraktmengen. Diese Tendenz zur Verschiebung nimmt im allgemeinen mit dem Alter der Kultur ab. Eine Zunahme der „Vermehrung“ läßt sich aber z. B. bei Chlorbenzilat  $10^{-3}$  g/ml (unbewurzelt, Tab. 2, Sp. 9) beobachten. In einigen Wurzelextrakten kann die „Vermehrung“ der Extraktanteile, die durch Anwendung von Emulsionspräparaten bedingt ist, zum 1. Termin (I) überaus hoch sein, wie z. B. bei Chlorbenzilat  $10^{-3}$  g/ml (bewurzelt, Tab. 2, Sp. 2) und Thiodan  $10^{-3}$  g/ml (bewurzelt, Tab. 2, Sp. 4). Diese „Vermehrungen“ sind weitgehend vom Grade der Zersetzung des Wurzelballens abhängig. In Vorkultur bewurzelte Pflanzen haben einen kräftigen Wurzelballen, der bei Störungen einen höheren Extraktanteil ermöglicht als bei unbewurzelten Pflanzen, welche nur gehemmte Wurzelanlagen an der Pflanzenbasis haben. Die Unterschiede zu den erheblich geringeren Verschiebungen bei unbewurzelter Kultur in  $10^{-3}$  g/ml Chlorbenzilat- und Thiodan-Emulsion sind dadurch erklärbar, daß von frisch abgeschnittenen Sprossen Wurzeln wohl angelegt werden, aber nicht mehr zu einem funktionstüchtigen Wurzelballen auswachsen können.

Die Wirkung der Behandlung mit  $10^{-3}$  g/ml Chlorbenzilat stellt insofern einen Sonderfall dar, als im Gegensatz zu den anderen Mitteln in dieser Konzentration die Pflanzen nicht absterben: wohl sind sie sehr stark geschädigt, bilden jedoch ständig neue Wurzeln gerade über dem Lösungsmittelspiegel nach und überleben, wenn auch kümmernd, längere Zeit. Dies scheint sich auch in der wechselnden Menge der Blattextrakte abzuzeichnen.

An diesem Beispiel läßt sich noch eine weitere Wirkung ableiten: Chlorbenzilat selbst hat keine systemische Wirkung (Transport- und Leitungswirkung) (7). Da wir diesen WS jedoch zusammen mit Formulierungsstoffen von der Pflanzenbasis her applizieren, ist es denkbar, daß die For-

\*) Relativzahlen, bezogen auf die Trockengewichtsanteile in den Extrakten von Kontrollpflanzen.



mulierungsmittel allein oder zusammen mit WS aufsteigen und Veränderungen auch in den Blättern verursachen. Da frisch abgeschnittene Sprosse einen erheblich geringeren Wasserverbrauch beobachten ließen als bewurzelte Kulturen (1), ist bei den bei Kulturbeginn bewurzelten Sprossen eine andere Veränderungstendenz durchaus möglich und zusammen mit der höheren Nährstoffaufnahme teilweise erklärbar\*).

Veränderungen durch Thiodan (Tab. 2, Sp. 4 u. 5) könnten gleicherweise beistoffbedingt sein, da der WS keine systemische Wirkung haben soll (8, 9); WS wurde allein in Wurzeln und unterem Sproß mittels Biotest (2) eindeutig nachgewiesen.

Lindan - bedingte Veränderungen (Tab. 2, Sp. 6–8) hingegen wären mit dem starken Transport des Mittels zu deuten (vgl. Ehrenhardt, 10). Bei bewurzelter Kultur ist die Änderungstendenz deutlicher; die Wurzelballen sind relativ gut erhalten, während die Neubildung von Wurzeln wie bei unbewurzelter Kultur zurückgehalten wird.

Beim Isolant (Tab. 2, Sp. 9–10), einem systemischen insektiziden Carbamat, ist, durch die relativ hohe Wasserlöslichkeit der Substanz bedingt, die Verschiebung in den Extrakten bei nachgewiesenem sehr hohem WS-Gehalt im Biotest in Blättern usw. (2) sehr wahrscheinlich als „direkte“ Wirkung der Substanz zu verstehen.

Für Demeton - o - Methyl (Metasystox, Tab. 2, Sp. 12/13), als typisch systemisches Insektizid (11, 12), sind jedoch diese Veränderungstendenzen nicht unbedingt auf die bis in die Blätter transportierten WS-Mengen allein zurückzuführen, worauf wir an anderer Stelle zurückkommen wollen. Auffällig ist die anfängliche Extraktvermehrung in den Sprossen (und Wurzeln bei bewurzelter Kultur), die später deutlich abklingt.

Malathion (Tab. 2, Sp. 11, 12), welches nicht so schnell in die Pflanze eindringt (13), hat Verschiebungen zur Folge, die vielleicht nur zum Teil auf den WS-Wirkungen beruhen. Soweit sich die Formulierung dieses Präparates übersehen läßt, können wir aber auch nicht die Lösungshilfsmittel u. a. für diese Wirkungen verantwortlich machen.

Parathion, für das eine starke Tiefenwirkung bekannt ist (11), hat als Emulsion bei unbewurzelter Kultur keine deutliche Extraktverschiebung zur Folge, obgleich bei Behandlung mit  $10^{-3}$  g/ml sehr schnell toxische Wirkungen auftreten und auch  $10^{-4}$  g/ml noch starke Störungen zur Folge haben können. Bei den äußerlich besser überdauernden bewurzelten Kulturen erscheinen die Veränderungen in den Extraktmengen deutlicher. Mit Extrakten aus Wurzeln bewurzelter und unbewurzelter Kulturen wie auch aus Sprossen, und weniger deutlicher aus Blättern, sind insektizide Kontaktwirkungen zu beobachten (2).

Diazinon - Emulsion (Tab. 2, Sp. 18–19), deren starke Tiefenwirkung bekannt ist (14), führt zur deutlichen Veränderung der Extraktmengen bei  $10^{-3}$  g/ml, aber bei  $10^{-4}$  g/ml nur bei den Sprossen. Da bei basaler Applikation von  $10^{-3}$  bis  $10^{-5}$  g/ml Emulsion die Bioteste der

\* Diese Veränderungen, die sich z. B. in „Extraktvermehrungen“ äußern, sind jedoch nicht von stärkeren Vergiftungen der Sprosse begleitet, was vermuten läßt, daß die Wurzelballen eine wichtige Schutzfunktion ausüben.



Tabelle 2. Extraktionsmengen von Coleusextrakten in % vom Frischgewicht des Materials und Veränderungen durch Insektizidpräparate (Kontrollen gleich 100 gesetzt)

Behandlung	Material	Kulturbeginn unbewurzelt			Kulturbeginn bewurzelt		
		I	II	III	I	II	III
1. Kontrollen	Blätter	1,28	1,37	1,41	1,10	1,19	1,35
	Sprosse	0,74	0,79	0,83	0,61	0,73	0,79
	Wurzeln	—	—	0,59	0,41	0,57	0,68
2. Chlorbenzilat 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	74	75	96	192	144	98
	Sprosse	66	104	96	131	156	140
	Wurzeln	—	—	105	600	540	585
3. Chlorbenzilat 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	117	106	110	131	109	92
	Sprosse	107	108	113	172	155	152
	Wurzeln	—	—	139	146	114	116
4. Thiodan 10 <sup>-3</sup> g/lm	Blätter	96	102	113	134	—	115
	Sprosse	160	139	153	172	—	133
	Wurzeln	—	—	266	727	—	294
5. Thiodan 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	85	84	89	108	—	82
	Sprosse	70	82	84	125	—	86
	Wurzeln	—	—	95	127	—	71
6. Lindan 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	110	96	113	175	119	72
	Sprosse	109	89	99	120	85	58
	Wurzeln	—	—	117	73	127	115
7. Lindan 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	100	106	11	165	118	83
	Sprosse	86	89	95	115	99	95
	Wurzeln	—	—	134	100	85	49
8. Lindan 10 <sup>-5</sup> g/ml	Blätter	126	99	112	153	108	100
	Sprosse	88	80	87	138	97	79
	Wurzeln	—	—	130	102	93	37
9. Isolan 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	113	142	92	149	108	61
	Sprosse	120	113	84	331	166	115
	Wurzeln	—	—	77	150	123	137
10. Isolan 10 <sup>-5</sup> g/ml	Blätter	106	108	92	167	127	77
	Sprosse	100	110	104	318	144	101
	Wurzeln	—	—	113	100	88	47
11. Isolan 10 <sup>-6</sup> g/ml	Blätter	—	—	—	149	111	77
	Sprosse	—	—	—	197	130	89
	Wurzeln	—	—	—	239	97	71

## Fortsetzung von Tabelle 2

Behandlung	Material	Kulturbeginn unbewurzelt			Kulturbeginn bewurzelt		
		I	II	III	I	II	III
12. Metasystox 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	116	113	92	132	157	162
	Sprosse	108	116	99	172	122	106
	Wurzeln	—	—	80	127	107	116
13. Metasystox 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	124	109	92	88	97	98
	Sprosse	168	139	97	154	117	91
	Wurzeln	—	—	81	202	160	156
14. Malathion 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	141	142	142	189	—	101
	Sprosse	99	86	90	210	—	108
	Wurzeln	—	—	93	146	—	182
15. Malathion 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	99	90	106	125	128	104
	Sprosse	120	95	82	148	117	114
	Wurzeln	—	—	83	120	105	109
16. Parathion 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	100	99	+	133	151	148
	Sprosse	138	139	+	140	126	145
	Wurzeln	—	—	+	319	340	372
17. Parathion 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	93	99	113	145	101	85
	Sprosse	76	89	95	164	140	119
	Wurzeln	—	—	114	139	112	91
18. Diazinon 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	108	110	113	198	161	136
	Sprosse	112	139	166	141	110	150
	Wurzeln	—	—	46	212	159	165
19. Diazinon 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	89	86	75	114	116	119
	Sprosse	64	68	63	156	116	101
	Wurzeln	—	—	275	107	88	121
20. Dipterex 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	186	234	+	180	186	203
	Sprosse	74	48	+	262	207	179
	Wurzeln	—	—	+	200	160	133
21. Dipterex 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	98	102	102	169	143	125
	Sprosse	100	104	104	146	118	104
	Wurzeln	—	—	159	143	125	153

im Winter 1956/60

I Messung nach 8 Tagen Kulturdauer ( $\pm 1$  Tag)II Messung nach 15 Tagen Kulturdauer ( $\pm 1-2$  Tage)III Messung nach 24 Tagen Kulturdauer ( $\pm 2-3$  Tage)

+ Vor Aufarbeitung so weit abgestorben, daß sich weitere Untersuchung nicht durchführen ließ.

Extrakte, auch der Blätter bewurzelter und unbewurzelter Sprosse, eine deutliche Kontaktwirkung haben (2), scheint eine gewisse systemische Wirkung vorzuliegen.

Trichlorphon (15) (Dipterex-Emulsion) (Tab. 2, Sp. 20–21) hat bei *Coleus* eine Vermehrung der „Extrabilität“ zur Folge. Bei Biotesten sind aber keine überaus deutlichen Kontaktwirkungen zu beobachten (2).

Aus den geschilderten Versuchen ergab sich die Fragestellung, wie weit die Wirkung der Gebrauchspräparate von der unterschiedlichen Formulierung der Beistoffe wie von den insektiziden WS selber abhängen kann.

Die Behandlung mit Gesarol-Spritzpulver (Tab. 3) wurde im Vergleich mit dem Emulsionspräparat besser vertragen und verursachte eine geringere Vermehrung der Extraktanteile. Bei den Biotesten mit Blatt- und Sproßextrakten war jedoch in keinem Falle eine insektizide Kontaktwirkung zu beobachten; diese wurde allein bei Wurzelextrakten festgestellt (2).

Ähnliche Wirkungsunterschiede ergaben die Emulsions- wie die Spritzpulver-Formulierung von Phenkapton: Im Biotest ist nur in Wurzelextrakten eine Kontaktwirkung nachweisbar (2); die Emulsions-Formulierung hat bei  $10^{-3}$  g/ml eine deutlichere toxische Wirkung als das Spritzpulver-Präparat. Nach 24tägiger Kultur ist jedoch bei Behandlung mit  $10^{-4}$  g/ml in Spritzpulver- und Emulsionsform allgemein der Extraktgehalt den Kontrollwerten wieder angenähert.

Da es sich bei Gesarol und Phenkapton um auch in hohen Konzentrationen verhältnismäßig wenig eingreifende Präparate handelt, ist die Vermehrung der Extraktanteile bei basaler Applikation überraschend. Noch im Gange befindliche Untersuchungen lassen vermuten, daß bei diesen Mitteln die Formulierung entscheidenden Anteil an der Gesamtwirkung hat.

#### D. Zusammenfassende Diskussion

Die Methode der „basalen“ Applikation von Insektizidemulsionen (d. h. das Zufügen von Handelspräparaten zu Hydroponiklösungen) bei Coleussprossen kann als Modellfall für die Untersuchung von systemischen Wirkungen gelten. Solche systemische Wirkungen, d. h. Aufnahme und Leitung der Wirkstoffe (WS) im Saftstrom und Quertransport in die Gewebe, sind z. B. für das Demeton-o-methyl (Metasystox) und das Isolan bekannt. Anderen Mitteln, wie dem Parathion und dem Diazinon, werden starke Tiefenwirkungen, Gewebewirkungen u. a. zugeschrieben; diese WS werden jedoch nicht in nennenswerter Menge im Saftstrom transportiert, soweit dies bisher aus Untersuchungen mit radioaktiv markierten WS bekannt ist (16). Beim DDT-WS ist hingegen in Tracerversuchen bisher weder systemische noch ausgesprochene Tiefenwirkung beobachtet worden, so daß Veränderungen in den Blättern, wie wir sie bei basaler Applikation feststellten, unerwartet sind. Da bei Blattspray mit Gesarol-Präparaten Veränderungen des Gehaltes an löslichen Stickstoff- und Kohlenhydratkomponenten verursacht wer-

Tabelle 3. Extraktionsanteil von Coleusextrakten in % vom Frischgewicht des Materials und Veränderungen durch Insektizidpräparate (Kontrollen gleich 100 gesetzt)

Behandlung	Material	Kulturbeginn unbewurzelt			Kulturbeginn bewurzelt		
		I	II	III	I	II	III
Kontrollen unbehandelt	Blätter	0,94	1,06	1,49	1,05	1,20	1,34
	Sprosse	0,76	0,90	0,93	0,57	0,70	0,93
	Wurzeln	0,49	0,70	0,78	0,24	0,42	0,49
DDT (Spritzpulver) 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	120	132	117	—	—	—
	Sprosse	127	72	59	—	—	—
	Wurzeln	76	73	63	—	—	—
DDT (Spritzpulver) 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	99	—	106	—	—	—
	Sprosse	158	—	102	—	—	—
	Wurzeln	92	—	132	—	—	—
DDT (Emulsion) 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	184	170	134	412	178	128
	Sprosse	95	110	102	144	144	105
	Wurzeln	475	213	151	587	215	173
DDT (Emulsion) 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	94	—	107	108	—	115
	Sprosse	105	—	80	135	—	65
	Wurzeln	188	—	124	96	—	110
Phenkapton (Spritzpulver) 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	140	196	139	128	103	84
	Sprosse	129	84	84	162	167	107
	Wurzeln	76	86	92	428	169	169
Phenkapton (Spritzpulver) 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	101	113	86	162	154	105
	Sprosse	143	102	95	135	60	86
	Wurzeln	55	60	61	288	219	116
Phenkapton (Emulsion) 10 <sup>-3</sup> g/ml	Blätter	183	247	124	149	108	108
	Sprosse	80	68	81	170	110	82
	Wurzeln	257	259	242	325	264	220
Phenkapton (Emulsion) 10 <sup>-4</sup> g/ml	Blätter	95	151	80	97	106	73
	Sprosse	109	79	70	196	142	86
	Wurzeln	102	136	108	229	83	116

I nach 8 Tagen Kulturdauer ( $\pm 1$  Tag)II nach 15 Tagen Kulturdauer ( $\pm 1$  Tag)III nach 24 Tagen Kulturdauer ( $\pm 2$  Tage)

den (3), könnten wir versucht sein, die bei basaler Applikation beobachteten Vermehrungen als Fernwirkungen zu deuten. Nun werden aber bei Kaltextraktion mit Aceton und Petroleumäther in erster Linie Lipoidanteile (und diese auch nicht vollkommen wie bei der Soxhlethextraktion u. a.) extrahiert.

Die Veränderungen der Extraktmengen lassen die Vermutung zu, daß Wirkungen der Spraybehandlung mit DDT-Präparaten nicht unbedingt allein in einer Blockierung des Abtransportes von N-Komponenten und Kohlenhydraten nach Forsyth und Samborski (3) gedacht werden müssen. Einmal wäre eine Fernwirkung durch Beeinflussung der in der Insektizidlösung wachsenden Wurzeln denkbar, die zu Veränderungen auch in Blättern führt. Letztere könnten durch eine Umstimmung physiologischer Korrelationen verursacht sein (17), die sowohl WS-abhängig wie zum anderen auch von den Formulierungsmitteln bedingt sind.

Da alle Mittel, ausgenommen Isolan, in unterschiedlichen Formulierungen mit Trägerstoffen, Lösungsmitteln, Emulgatoren und besonders oberflächenaktiven Substanzen vorliegen, muß neben möglichen Veränderungen durch die WS an die Wirkung der Beistoffe gedacht werden. Untersuchungen in dieser Richtung sind im Gange.

Einige der Beistoffe haben sich in orientierenden Vergleichen als wenig eingreifend erwiesen. Dennoch darf bei der von uns beobachteten Beeinflussung durch Handelspräparate (WS in Formulierung) nur bedingt auf die Wirkung des reinen Insektizides geschlossen werden (18, 19, 20).

Zudem ist bei dieser orientierenden Untersuchung noch nichts über die Art der Extraktveränderung ausgesagt. Entweder kann tatsächlich die extrahierbare Substanz vermehrt oder die Extrahierbarkeit erhöht sein. Ohne weitere chemische Analyse dieser Vorgänge auch an anderen Objekten ist hier eine weitergehende Deutung wenig sinnvoll.

Bei den hier im allgemeinen verwendeten Überdosierungen der Mittel ist eine Übertragung der Ergebnisse auf die Praxis nicht gegeben. Bedenkt man, daß in der Regel bei Spray-Applikationen der Mittel maximal einmalig etwa 10–15 mg WS (bei 50 % WS-Gehalt der Handels-emulsion) Pflanzen vergleichbaren Alters zugeführt wurden, so wäre zwischen  $10^{-4}$  bis  $10^{-5}$  g/ml basaler Dauer-Applikation in Hydroponik erst eine vergleichbare Wirkung zu erwarten. Nun sind aber die Ausdunstungseffekte bei Temperaturen bis  $20^{\circ}\text{C}$  bei der Hydroponikmethode, bedingt durch den festen Verschuß der Kolben, relativ niedrig und es ist daher eher die untere Grenze von  $10^{-5}$  g/ml für den Vergleich heranzuziehen. In diesem Bereich sind die Veränderungen in den Extraktmengen durch fast alle Mittel nur gering; auch im Biotest treten Kontaktwirkungen meist nur schwächer auf und klingen schnell mit dem Alter der Kultur ab.

Das Abklingen der Biotestreaktion überrascht, da bei den stärkeren Konzentrationen nach dem letzten Bearbeitungstermin (III) immer ein erheblicher WS-Überschuß in der Nährlösung zu finden ist. Erst bei  $10^{-5}$  g/ml bestimmter Mittel, wie z. B. Metasystox, ist nach 24tägiger



Kultur in der verbleibenden Nährlösung kaum WS nachweisbar. (Biotest der Nährlösung mit *Drosophila*). Diese Tendenz zur Regulation ist bei Daueranwendung allgemein und äußert sich auch in der Abnahme der Veränderungen in den Extraktanteilen zum Kontrollniveau hin. Die Abnahme der Extraktvermehrung deckt sich teilweise recht auffällig mit den Wirkungen im Biotest (2), die bei den meisten Mitteln gleicherweise eine Abnahme der Kontaktwirkungen in den Extrakten erkennen ließen.

In diesem Zusammenhange darf der lichtbedingte Abbau von Phosphorsäureestern in den Pflanzen (21, 22) nicht außer Acht gelassen werden, der unter Gewächshausbedingungen wahrscheinlich etwas weniger intensiv abläuft als im Freiland. Für Phosphorsäureesterpräparate sind diese Entgiftungsvorgänge weitaus besser bekannt als z. B. für das DDT (23), und es können durch radioaktiv markierte Substanzen (16) in den Pflanzen weitere Aufklärungen erhalten werden.

Da nach Forsyth und Samborski (3), Natti-Hervey (24), Horsfall-Diamond (25), Rademacher (26) und den hier geschilderten Beobachtungen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, daß Stoffwechselvorgänge durch insektizide Präparate beeinflusst werden können, sollte solchen sekundären Veränderungen größere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dies gilt besonders mit Rücksicht darauf, daß solche Veränderungen unter Umständen nach unseren Beobachtungen länger andauern können, als dies nach Biotesten zu erwarten gewesen wäre (4). — Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

#### Literaturverzeichnis

1. Beye, F., Über die Veränderungen des Wachstums und des Wasserhaushaltes von isolierten Coleussprossen bei Insektizidapplikation in Hydroponikkultur. (Unveröffentlicht.)
2. Beye, F., Der Biotestnachweis von Insektiziden in *Coleus blumei* mit *Drosophila melanogaster* M. — I. Untersuchung der Blätter, Stengel und Wurzeln von Hydroponikkulturen bei Applikation der Insektizide über die Nährlösung. Anz. Schädl.kunde (im Druck).
3. Forsyth, F. R., and Samborski, D. J., The effect of various methods of breaking resistance on stem rust reaction and content of soluble carbohydrate and nitrogen in wheat leaves. Can. J. Bot. **36**, 1958. 717—723.
4. Beye, F., Der Biotestnachweis von Insektiziden in *Coleus blumei* mit *Drosophila melanogaster* M. — II. Untersuchung von Blättern der Topfkulturen nach Spraybehandlung mit Insektiziden. (Unveröffentlicht.)
5. Bonner, J., and Devirian, P. S., Growth factor requirements of four species of isolated pea roots. Am. J. Bot. **26**, 1939. 661—665.
6. Schropp, W., Der Vegetationsversuch. 1. Methodik der Wasserkultur höherer Pflanzen. Hdb. Landwirtsch. Versuchs- u. Untersuchungsmethodik, 8. Band. Radebeul u. Berlin 1951.
7. Gasser, R., Über zwei neue Akarizide aus der Gruppe der Di-(p-Chlorphenyl)-Karbinole. Experientia **8**, 1952. 65.
8. Finkenbrink, W., Über Thiodan, ein neues synthetisches Insektizid. Nachr. Bl. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **8**, 1956. 183—185.

9. Lindquist, D. A., Fairchild, M. L., Dahm, P. A., and Gurland, J., Thiodan residues on corn plants. *J. Econ. Ent.* **62**, 1959. 102—106.
10. Ehrenhardt, H., Über die Wirkung des Hexachlorcyclohexans als systematisches Insektizid. *Anz. Schädl.kunde* **27**, 1954. 1—5.
11. Perkow, W., Die Insektizide. Chemie, Wirkungsweise und Toxizität. Heidelberg 1956.
12. Mühlmann, K., und Tietz, H., Das chemische Verhalten von Methylisoxystox in der lebenden Pflanze und das sich daraus ergebende Rückstandsproblem. *Höfchen Briefe* **9**, 1959. 116—140.
13. Bodenstein, G., Bastgen, G., Kauth, H., und Madel, W., Malathion, ein neues Insektizid. *Anz. Schädl.kunde* **28**, 1955. 84—90.
14. Gasser, R., Über ein neues Insektizid mit breitem Wirkspektrum. *Z. Naturforschg.* **8 b**, 1953. 225—235.
15. Unterstenhöfer, G., Dipterex, ein neues ungiftiges Insektizid. *Anz. Schädl.kunde* **30**, 1957. 7—10.
16. Dahm, P. A., Uses of radioisotopes in pesticide research. *Adv. Pest. Contr. Res.* **1**, 1957. 81—146.
17. Mothes, K., Physiology of alkaloids. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **6**, 1955. 393—432.
18. Barnes, J. M., Control of health hazards associated with the use of pesticides. *Adv. Pest. Contr. Res.* **1**, 1957. 1—38.
19. Sexton, W. A., Chemische Konstitution und biologische Wirkung. (Übersetzt von F. Hölscher und G. Hübscher nach der 2. engl. Auflage.) Weinheim 1958.
20. Courshee, R. J., Some aspects of application of insecticides. *Ann. Rev. Entomol.* **5**, 1960. 327—352.
21. Rauch, W., Über die Alterung und Lichtempfindlichkeit einiger Kontaktinsektizide. *Nachr. Bl. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)* **2**, 1950. 56—58.
22. Frawley, J. P., Cook, J. W., and Blake, J. R., Effect of light on chemical and biological properties of Parathion. *J. Agric. Food Chem.* **6**, 1958. 28—30.
23. Fukuto, T. R., The chemistry and action of organic phosphorus insecticides. *Adv. Pest. Contr. Res.* **1**, 1957. 147—192.
24. Natti, J. J., and Hervey, G. E. R., Influence of insecticide and fungicide sprays on down mildred broccoli. *Phytopathology* **46**, 1956. 242.
25. Horsfall, J. G., and Dimond, A. E., Interactions of tissue sugar, growth substances and disease susceptibility. *Ztschr. Pflanzenkrh.* **64**, 1957. 415—421.
26. Rademacher, B., Die Bedeutung allelopathischer Erscheinungen in der Pflanzenpathologie. *Ztschr. Pflanzenkrh.* **64**, 1957. 427—439.

## Besprechungen aus der Literatur

**Crété, P.**, Précis de Botanique. Tome II. Systématique des Angiospermes. VIII + 430 S., 81 Textabb. Paris, Masson & Cie. 1959. Ganzleinen (halbsteif) NF 34,—.

Der vorliegende „Grundriß der Botanik, Band II, Systematik der Angiospermen“ steht in einer „Collection de précis de Pharmacie“, welche von J a n o t herausgegeben wird. Ähnliche Grundrisse der biologischen Chemie, der Mikrobiologie, der allgemeinen und anorganischen Chemie, der Pharmakodynamik und der menschlichen Anatomie und Physiologie sind innerhalb dieser Reihe bereits erschienen. Für die Botanik wird ein Band I in Aussicht gestellt, welcher die Anatomie, die Reproduktion der Gefäßpflanzen, die Pteridophyten und Gymnospermen behandeln soll.

An brauchbaren Lehrbüchern der systematischen Botanik herrscht kein Überfluß. Ein in deutscher Sprache speziell für Pharmazeuten abgefaßtes Lehrbuch der Systematik gibt es überhaupt nicht. Man nimmt deshalb das Buch von Crété mit großem Interesse — und gewissen Erwartungen — in die Hand und stellt sehr bald fest, daß es sich um ein höchst eigenwilliges und eigenartiges Werk handelt.

Das beginnt bereits mit dem zugrunde liegenden Pflanzensystem. Es ist das System, nach welchem L. Guignard im Jahre 1882 (!) in Anlehnung an die „Genera plantarum“ von Bentham und Hooker (1862—1893) den Botanischen Garten der Pariser pharmazeutischen Fakultät eingerichtet hat. Um ein konkretes Beispiel zu geben: Die Monocotyledones werden in zwei Serien: „à ovaire supère“ und „à ovaire infère“ gegliedert. Die erste umfaßt die Ordnungen der „Apocarpées“ (Alismacées, Butomacées, Juncaginacées, Aponogétonacées, Potamogetonacées, Naiadacées, Lemnacées), der „Spadiciflores“ (Palmiers, Aracées, Pandanacées, Typhacées), der „Glumacées“ (Graminées, Cypéracées) und der „Liliiflores“ (Joncacées, Commélinacées, Mayacacées, Xyridacées, Eriocaulacées, Restiacées, Centrolépidacées, Pontédéracées, Liliacées), die zweite die Ordnungen der „Albuminées“ (Dioscoréacées, Taccacées, Amaryllidacées, Iridacées, Hémodoracées, Broméliacées, Musacées, Zingibéracées, Cannacées, Marantacées) und der „Exalbuminées“ (Orchidées, Burmanniacées, Hydrocharidacées). Wohl gibt Verfasser zu, daß er damit der Stellung des Fruchtknotens eine „importance trop grande“ zuerkennt, meint aber, daß die Klassifikation „commode“ sei (p. 14). Es wird offensichtlich auf den Versuch verzichtet, ein natürliches System aufzubauen. Es liegt ein künstliches System reinsten Wassers vor. Das hält der Verf. für um so weniger bedenklich, als er den Systemen von Engler, Wettstein, Rendle, Bessey, Hutchinson nur einen „valeur phylogénétique très faible encore“ zubilligt (p. 2). Gewiß weist er mehrfach im Text darauf hin, daß in seinem System verwandtschaftlich Zusammengehöriges willkürlich getrennt wird (etwa die Amaryllidaceae von den Liliaceae, die Hydrocharitaceae von den übrigen Fluviales u. s. f.); ob der Leser dadurch nicht mehr verwirrt als orientiert wird, mag dahingestellt bleiben.

Den Taxa höheren Ranges (bis zur Familie) wird eine allgemeine Kennzeichnung vorangestellt, wobei besondere Abschnitte über „Anatomie“ und

„Embryologie“ ausgegliedert werden. Die letztere, das spezielle Interessengebiet des Verf.'s, wird stark betont. Man wird tatsächlich kaum ein Lehrbuch der Systematik finden, das so viel an embryologischen Einzelheiten bringt wie dieses. Für den Fachmann macht dies das Buch zweifellos wertvoll; für einen Studenten der Pharmazie dürften aber gerade diese Dinge von geringem aktuellen Interesse sein. Gattungen und Arten werden in Auswahl gebracht, insbesondere solche, die als Heilpflanzen und Nutzpflanzen anderer Art Verwendung finden (oder fanden). Die Familien sind je nach ihrer praktischen Bedeutung mit einem, zwei oder drei Sternchen gekennzeichnet, also z. B. Myricaceae,\* Platanaceae,\*\*\* Urticaceae u. s. f.

Die 81 Tafeln im Text vereinigen durchweg eine größere Anzahl von Einzelfiguren: Habitusbilder, Skizzen von Blüten und ihren Teilen, Blüten-diagramme. Die Strichzeichnungen, zum kleineren Teil nach Baillon u. a., zum größeren Teil Originale, sind zumeist klar und instruktiv, die Habitusbilder gelegentlich etwas zu stark verkleinert.

Eine überschlägige Rechnung ergibt, daß der Text des vorliegenden „Précis“ etwa dreimal so groß ist wie der „Phanerogamen-Abschnitt“ unseres „Bonner Lehrbuches“ — über dessen Länge unsere Pharmaziestudenten schon stöhnen. Man muß also entweder annehmen, daß den französischen Studenten eine wesentlich größere Kapazität für systematische Botanik zugestrahlt werden darf, oder aber — daß dieses für sie bestimmte Lehrbuch einfach stark überdimensioniert ist, abgesehen davon, daß der für ein Lehrbuch so wesentliche „rote Faden“ kaum zu erkennen ist.

Zusammenfassend also: als Lehrbuch für unsere Studenten — Biologen, angewandte Botaniker, Pharmazeuten — kommt das Werk Crétés nicht in Frage: nicht nur wegen der Fremdsprache, sondern vor allem wegen seines Umfanges und wegen des seltsamen Systems. Ebenso sicher ist aber, daß der eigentliche Fachmann diese sorgfältige Zusammenstellung eines sehr umfangreichen Materials mit Nutzen zu Rate ziehen kann.

M. Steiner, Bonn

**Follmann, G.**, Flechtenleben. Orionbücher Band 141, herausgegeben von H. Kluth. Verlag R. Oldenburg, München 1960. 83 S., 41 Abb. Geh. 1,40 DM.

Auf 83 Seiten im Kleinoktav, reichlich bebildert, behandelt der Autor Biologie, Ökologie und Soziologie der Flechten einschließlich der therapeutischen Wirksamkeit von Flechten und Flechtenstoffen. Die beigegebenen Abbildungen sind gut, besonders fallen die ausgezeichneten Fotos auf, die Herr Dip.-Ing. H. Ullrich beisteuerte. Das Streben des Autors nach weitgehender Vollständigkeit führte zu einer überaus gerafften Darstellung. Damit hat sich der Autor als fleißiger Kompilator ausgewiesen, den Laien wird diese Tatsachenfülle eher verwirren als belehren. Über die konsequente Anwendung der deutschen, von K. Bertsch geprägten Flechtennamen kann man geteilter Meinung sein. Abzulehnen ist es jedoch, wenn die Flechtensymbiose mit menschlichen Begriffen und Vorstellungen charakterisiert wird. So ist vom „Herrenpilz“ (nicht *Boletus edulis*, sondern der Pilzpartner der Flechte) und der „Algensklaivin“ die Rede. An einer Stelle heißt es, daß bei „gedrängten Wohnverhältnissen“ der „Pilznachbar“ die „Algengattin“ von Kuchenflechten zum „Ehebruch zu verführen versucht“.

J. Ullrich, Braunschweig



**Handbuch der Pflanzenphysiologie** — Encyclopedia of Plant Physiology. Hrsg. von W. Ruhland. In Gemeinschaft mit E. Ashby, J. Bonner, M. Geiger-Huber, W. O. James, A. Lang, D. Müller, M. G. Stålfeldt. Bearbeitet von verschiedenen Fachgelehrten. Bd. V: Die  $\text{CO}_2$ -Assimilation — The assimilation of Carbon Dioxide, Teil 1: XL, 1014 S., 331 Abb., Teil 2: XVI, 868 S., 309 Abb. Redigiert von A. Pirson. Springer-Verlag, Berlin—Göttingen—Heidelberg 1960. Ganzln. 530,00 DM (Subskriptionspreis: 424,00 DM).

Die dominierende Rolle, die der Photosynthese im gesamten Lebensgeschehen zufällt, weist diesem stattlichen Doppelband des Handbuches, dem mit Erwartung entgegengesehen wurde, eine besondere Stellung zu. Es ist ein nicht hoch genug einzuschätzendes Verdienst des verantwortlichen Herausgebers, Pirson, das riesige Gebiet klar und sinnvoll aufgegliedert, die unvermeidlichen Überschneidungen und Doppeldarstellungen durch geschickte Übertragung der dazu besonders verleitenden Unterkapitel an ein und denselben Autor weitgehend eingeschränkt und schließlich der Verlockung widerstanden zu haben, die Darstellung allzusehr auszuweiten. Es galt im wesentlichen, über das bisher Erreichte und Gesicherte Rechenschaft abzulegen, wenn auch an jüngsten Forschungsrichtungen und manchen noch problematischen Vorstellungen nicht immer vorübergegangen werden konnte. Welche Schwierigkeiten sich einer Darstellung der  $\text{CO}_2$ -Assimilation in einem Handbuch entgegenstellen, wird einem beim Lesen der ausgezeichneten Einleitung Pirsons klar. Mit Nachdruck weist er darauf hin, daß zwar die Photosyntheseforschung innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte gerade von der biochemischen Seite her eindrucksvolle Fortschritte erzielt habe, daß aber doch nicht wenige Ansichten und Folgerungen voraussichtlich noch keinen Bestand hätten. „Die objektive Notwendigkeit und dazu auch die Neigung der Autoren, gewonnene Vorstellungen an Hand knapper Schemata darzustellen und zu erläutern, mag bei manchem, auf dem jeweiligen Spezialgebiet experimentell nicht engagierten Leser (und Lehrbuchverfasser) gelegentlich ein gar zu günstiges Bild von dem Bestande gesicherter Erkenntnis hervorgerufen haben. — Trotz aller Fortschritte der letzten Jahre haben manche Ergebnisse aus einzelnen Laboratorien das Stadium der kritischen Diskussion und der notwendigen Auseinandersetzung verschiedener Standpunkte noch nicht hinter sich gebracht.“ Um welche Probleme heute in der Photosyntheseforschung vordringlich gerungen wird, zeigt Pirson in der Einleitung auf. Im Hinblick auf manche in der letzten Zeit in außenstehenden Kreisen erwachsene Spekulationen ist der Hinweis zu erwähnen, daß die neuerdings gelungene Vollsynthese des Chlorophylls zwar ein Erfolg der Chemie ist, das Phyotosyntheseproblem aber kaum im Grundsatz und noch weniger arbeitstechnisch ändert, da uns das Pigment ja sowieso schon rein zur Verfügung stand.

Auf den Inhalt des Doppelbandes im einzelnen einzugehen, verbietet sich schon aus räumlichen Gründen. Referent muß sich daher auf eine kurze Darstellung der Disposition beschränken. Nach der Einleitung ist der Abschnitt II dem Kohlendioxyd und der Kohlsensäure gewidmet, ihrem Vorkommen, ihrer Dissoziation und den Mechanismen ihrer Aufnahme. Der große Hauptabschnitt III befaßt sich mit der Photosynthese der grünen Pflanze. Nach einer historischen Einführung werden die wichtigsten Methoden der Photosynthesemessung dargestellt, weil gerade in diesem For-



schaftsgebiet die methodischen Einzelheiten oft im Streit der Meinungen stehen. Das umfangreiche Kapitel über den physiologischen Apparat der Photosynthese behandelt zunächst die Plastidenpigmente (Chlorophyll, Carotinoide, Phycobiline), ihre Chemie, Physik, Biogenese, ihren Abbau sowie die morphologische Struktur der im Dienste der  $\text{CO}_2$ -Assimilation stehenden Organelle. Ein Kapitel über die Energetik der Photosynthese berührt sehr problematische Bereiche. Die dann folgenden Kapitel unterrichten über die Möglichkeiten und die bislang gewonnenen Ergebnisse einer Analyse des photosynthetischen Prozesses, an der heute mit den modernsten Methoden der Physikalischen Chemie, die Biochemie und Physiologie intensiver denn je gearbeitet wird. Diese Kapitel bilden den Hauptteil des ersten Bandes. Der zweite Teilband bringt in seinem wesentlichsten Abschnitt die Abhängigkeit der Photosynthese von Außenfaktoren und damit auch die Ökologie der Photosynthese. Der angewandte Botaniker wird gerade hier mehrfach Teilgebieten begegnen, die für ihn von besonderem Interesse sind. Bedauerlicherweise sind, wohl mit bedingt durch die erzwungene Einschränkung, manche Fragen nur recht kurz behandelt; so wird, um nur ein Beispiel zu nennen, der Zusammenhang zwischen Krankheit und Photosynthese mit ganzen 21 Zeilen abgefertigt, wobei ausschließlich virologische Untersuchungen berücksichtigt sind. Ein Abschnitt über Photobakterien und die Chemosynthese beschließen den wissenschaftlichen Text.

Man muß dieser umfassenden und trotz der Fülle des Gebotenen geschlossenen und übersichtlichen Darstellung unseres heutigen Wissens von der Photosynthese höchste Anerkennung und den Mitarbeitern, vor allem aber auch dem Herausgeber, Dank für eine vorbildliche Leistung zollen. Und wenn auch die Forschung in ständigem Fluß ist — auf welchem Gebiet ist sie es nicht? — wird diese großartige Zusammenfassung unserer derzeitigen Kenntnisse nicht nur eine eindrucksvolle Wegmarke der Photosyntheseforschung bleiben, sondern sich für lange Jahre befruchtend auf die weiteren Arbeiten auswirken.

H a s s e b r a u k, Braunschweig

**Jahrbuch 1959 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien.** Red. v. R. B a u e r. Verlag Georg Fromme & Co., Wien V, Spengergasse 39. 11. Sonderh. d. Ztschr. „Die Bodenkultur“. 172 S., 20 Abb., brosch. 56,00 S.

Nach dem Tätigkeitsbericht 1959 von Bauer folgt ein Bericht von Germ über die Arbeit der Abteilung für Saatgutprüfung. Steinberger nimmt zu dem Problem der Frostschädigung von Mais Stellung und ergänzt seine früheren Untersuchungen zur Sortendiagnostik von Gerste und Weizen durch die Phenolmethode. Fiala erstattet den Tätigkeitsbericht über die Saatgutkontrolle 1959 im Saatgutverkehr. Wärtl bringt den Tätigkeitsbericht der Qualitätsabteilung. Die botanischen Merkmale von 8 neueren Winterweizensorten werden von Nietsch beschrieben. Meixner berichtet über die Anbauversuche mit Sommermenggetreide sowie mit Tetraroggen. Zweifler bringt eine Übersicht über die österreichischen Maisproduktionsgebiete und Richtlinien für die richtige Sortenwahl. Demel behandelt die Frage der Sorteneignung und Rentabilität beim Kartoffelanbau als Zweitfrucht nach späten Winterzwischenfrüchten. Graf berichtet über die Zuckerrübenwirtschaft in Österreich. Pammer legt die Ergebnisse von Anbauversuchen mit 1jährigen Futterpflanzen und Sommerzwischenfrüchten vor. Über mehrjährige Sorten- und Herkunftsprüfungen mit Rotklee und Luzerne berichtet Wolffhardt.

**Kotte, W.**, Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung. 3., völlig neubearb. u. erw. Auflage. Paul Parey, Berlin und Hamburg 1960. 386 S., 160 Abb., 8 Farbt. Ganzln. 50,— DM.

Die neue Auflage dieses bewährten und beliebten Buches hat durch mancherlei Änderungen noch gewonnen. Obwohl sich der Verfasser aus triftigen Gründen entschlossen hat, die Kartoffel und die Gewürzpflanzen nicht mehr zu berücksichtigen, und auch, ähnlich wie bei den „Obstkrankheiten“, den Jahreskalender für den Pflanzenschutz im Gemüsebau fortzulassen, ist die Seitenzahl um fast 100 vermehrt. In erster Linie ist das darauf zurückzuführen, daß einer Besprechung der Viruskrankheiten und der nicht-infektiösen Schäden gegenüber der letzten Auflage erheblich mehr Raum zugestanden werden mußte. Man sieht daraus mit einer gewissen Überraschung, wie sich unsere Kenntnisse gerade auf diesen Gebieten im Verlauf der letzten acht Jahre doch erheblich vertieft haben. Andererseits aber wird offenbar, wie auch der Verfasser einleitend hervorhebt, daß hier noch viele Fragen immer noch nicht zu beantworten sind. (Die Feststellung, daß „glücklicherweise“ beim Spargel keine Virose vorkommt, dürfte übrigens heute schon nicht mehr zutreffen.) Der stärkere Umfang des Buches wird weiter dadurch bedingt, daß zahlreiche Kapitel wesentlich ausführlicher gehalten sowie verschiedene Krankheiten und allgemeinere Abschnitte neu aufgenommen sind. Unter den letzteren ist u. a. auf „Giftresistenz der Schädlinge“, „Pflanzenschutz im Gemüselager“, „Vorsichtsmaßnahmen bei der Anwendung der Pflanzenschutzmittel“, „Wie holt man sich Rat über Schäden an den Gemüsepflanzen“ hinzuweisen. Wenn auch der Verfasser immer wieder betont, daß eine richtige Kultur die wichtigste Voraussetzung für die Gesunderhaltung der Gemüsepflanzen ist, so weiß er doch dem Praktiker klarzumachen, wo uns hier Grenzen gesteckt sind, und in diesem Zusammenhange sind seine *sine ira et studio* vorgebrachten Ausführungen über die chemischen Pflanzenschutzmittel, gerade im heutigen hitzigen Streit der Meinungen, beachtenswert. Als begrüßenswerte Neuerung bringt der Verfasser nun auch in diesem Werk ein Literaturverzeichnis mit rund 1000 Titeln, das es dem Interessenten erleichtert, sich über bestimmte Fragen eingehender zu unterrichten. Die Aufmachung des Buches ist vorzüglich. Die acht neuen Farbtafeln von der Hand Gerhard Spitzers sind ungleich besser als die der vorigen Auflage und sind auch im Druck viel besser herausgekommen. Die um eine ganze Anzahl verminderten hervorragenden Textabbildungen nach Aufnahmen des Verfassers sind größtenteils von der vorigen Auflage her bekannt, z. T. aber auch durch andere oder verbesserte ersetzt.

Ref. beschränkt sich auf diese kurzen sachlichen Hinweise. Ein Buch von Kotte bedarf keiner besonderen Empfehlung, um so weniger, wenn man feststellen muß, daß die Neuauflage noch besser geworden ist.

H a s s e b r a u k, Braunschweig

**Plant Pathology, An Advanced Treatise.** Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von J. G. Horsfall und A. E. Diamond. Academic Press Inc., Publ., New York and London. Vol. III, The Diseased Population, Epidemics and Control. 1960. X. 675 S. Ganzln. 22,00 \$.

Der abschließende Band des Werkes ist dem jüngsten Zweige der Phytopathologie, der Epidemiologie, gewidmet, sowie dem Pflanzenschutz. Die Bedeutung des einleitenden Kapitels (Diamond and Horsfall: Inoculum and the diseased population) ist nicht ganz ersichtlich, da die hier angeschnittenen Fragen in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich behandelt werden. — Die Epidemiologie ist in folgender Weise aufgeteilt: Kap. 2: Inoculum potential (S.D. Garrett). Garret definiert diesen sehr unterschiedlich aufgefaßten Begriff „as the energy of growth of a pathogen available for infection of a host at the surface of the host organ to be infected“. — Die weiteren Kapitel befassen sich mit der Ausbreitung der Krankheitserreger: Kap. 3, A.E. Muskett: Autonomous dispersal; Kap. 4, L. Broadbent, Dispersal of inoculum by insects and other animals, including man; Kap. 5, C.T. Ingold, Dispersal by air and water — The take-off; Kap. 6, H. Schrödter, Dispersal by air and water — The flight and landing. Besonders das letzte Kapitel ist hervorzuheben, weil Schrödter den so komplizierten Prozeß der Sporenausbreitung, über den häufig nur sehr vage Vorstellungen herrschen, exakt mathematisch analysiert. — Analytisch ist auch das 7. Kapitel, das eine gewisse zentrale Stellung einnimmt: Analysis of epidemics (J.E. van der Plank). Der Autor untersucht hier alle Faktoren und Prozesse, die zu einer Epidemie führen können. Bemerkenswert ist u.a. daß er gleich einleitend die „total misconceptions“ verwirft, daß für das Zustandekommen einer Epidemie ein aggressiver, sich schnell vermehrender und ausbreitender, in seinen Ansprüchen nicht besonders wählerischer Parasit Voraussetzung sei. — Im 8. Kapitel behandelt P.E. Waggoner die Voraussage (Forecasting epidemics), sinnvoll an dieser Stelle als Nutzenanwendung unserer epidemiologischen Kenntnisse („The forecasting of epidemics is quantitative epidemiology applied with courage“) und als Übergang zu den folgenden, sich mit dem Pflanzenschutz befassenden Kapiteln. Es will Ref. scheinen, als ob der Autor hie und da etwas zu viel „courage“ und Optimismus entwickelt. Das mag sich aber wohl aus den andersartigen klimatischen Verhältnissen des amerikanischen Kontinents herleiten. — Die Darstellung des Pflanzenschutzes beginnt mit einem sehr erfreulichen Kapitel über Quarantäne (E. Gram). — „Cultural practices in disease control“ (Kap. 10) werden von Stevens, bedauerlicherweise unter ausschließlicher Verwendung angelsächsischer Literatur, dargestellt. Man vermißt zumindest den Hinweis auf die Bearbeitung des gleichen Stoffes durch H. Braun im SORAUER. — Über die Bodenentseuchung (Soil treatment) gibt W. A. Kreutzer im 11. Kapitel einen sehr instruktiven Überblick. — Das 12. Kapitel: „Performance of fungicides on plants and in soil — physical, chemical, and biological considerations“ von H. P. Burchfield, ist eine ausgezeichnete Abhandlung über die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten der Fungizidwirkung. — Das Kap. 13: „Biological interference with epidemics“ (H. Darpoux) hat wohl in dieser Form in der Literatur kein Gegenstück und ist insofern sehr zu begrüßen, wenngleich naturgemäß das umfangreiche Gebiet auf 36 Seiten nicht annähernd erschöpfend dargestellt werden kann. Die Einordnung des Kapitels an dieser Stelle scheint aber etwas verfehlt. Denn die angeführten biologischen Wechselwirkungen haben in erster Linie Bedeutung für die natürliche Regulation von Pflanzenkrankheiten und Epidemien, aber bis heute kaum praktische Bedeutung für eine biologische Bekämpfung. — Der Altmeister der Phytopathologie E. C. Stakman und J.J. Christensen beschließen das Werk mit

einem Kapitel über „The Problem of breeding resistant varieties“, in dem unsere Möglichkeiten wie unsere Grenzen aufgezeigt werden.

In der überraschend kurzen Zeit von zwei Jahren ist dieses umfassende Werk über die Krankheiten der Pflanzen, auf das die Fachwelt schon lange gewartet hatte, erschienen und wird mit Dankbarkeit begrüßt. Es liegt in der Natur der Sache, daß sich bei Mitarbeit so vieler Autoren Schwierigkeiten ergeben, die angestrebte große Linie zu wahren. Es ist weiterhin unvermeidlich, daß sich nach einer erstmaligen Abfassung eines solchen Kompendiums gewisse Unebenheiten herausstellen, um so mehr, als gerade auf diesem jungen Forschungsgebiet so vieles noch im Fluß ist. Immerhin ist die Bilanz über das, was in neuerer Zeit zur Klärung allgemeiner phytopathologischer Probleme erarbeitet ist, ermutigend. Sie ist aber auch notwendig, um zu zeigen, wo die Forschung vordringlich anzusetzen hat. Es sei an dieser Stelle der Appell an die europäischen Pflanzenphysiologen wiederholt, nicht länger wie bisher die Probleme der Phytopathologie als eine Nebensächlichkeit zu betrachten, sondern sich bewußt zu werden, daß hier ein unerschöpfliches Gebiet der Bearbeitung harzt, deren Ergebnisse in ungeahnter Weise zum Verständnis der „normalen“ physiologischen Vorgänge beitragen können.

Hassebrauk, Braunschweig

**Sinnott, E. W.**, Plant Morphogenesis. McGraw-Hill Book Comp., New York, Toronto, London 1960, 550 S., 97,00 s.

Sinnott hat sein Werk dem Gedenken Hermann Vöchtings gewidmet. Es ist die Frucht einer vierzigjährigen Tätigkeit auf dem Gebiete der kausalen Morphologie. Nach einer einleitenden, geistvollen Betrachtung über das Stoffgebiet wird zuerst das Pflanzenwachstum diskutiert, wobei besonders die beschreibenden und experimentellen Arbeiten über Zellen und Meristeme berücksichtigt werden. In einem zweiten, überwiegend deskriptiven Teil befaßt sich der Autor dann mit den Phänomenen der Morphogenese, wie Korrelation, Polarität, Symmetrie, Differenzierung und Regeneration. Ein Kapitel über Wachstumsanomalien beschließt diesen Abschnitt. Im dritten Teil des Buches wendet sich Sinnott den formbestimmenden äußeren und inneren Faktoren zu. Spezielle Kapitel sind hier u. a. dem Licht und Wasser, der Temperatur, den Wachstoffsstoffen und genetischen Faktoren gewidmet. Hier soll nicht versucht werden, das Gebiet vollständig aus dem Blickwinkel der Pflanzenphysiologie zu diskutieren. Die Aufgabe dieses Abschnittes ist es, wie der Verfasser betont, dem Leser die Bedeutung der Faktoren vor Augen zu führen, durch die die pflanzliche Entwicklung so gewaltig beeinflusst wird und ihm den Weg in die weiterleitende Literatur zu weisen. Hierzu dient eine, das Buch abschließende Bibliographie im Umfange von 65 Seiten.

Der Autor hat einen langen Zeitraum bis zur Fertigstellung des Werkes benötigt. Diese Zeit des Reifens ist überall spürbar. Ein modernes Spezialwerk dieser Form kennen wir bisher nicht. Es kann sehr wertvolle Aufgaben erfüllen. Sinnott betont in der Einleitung, daß Form und Struktur der belebten Natur nicht nur das immerwährende Interesse des Biologen gefunden haben, denn dieses Gebiet spricht ganz besonders unser ästhetisches Empfinden an und findet daher allgemeinere Beachtung. Die anschauliche und lebendige Darstellung vermittelt jedem, der an den Problemen der modernen Biologie teilnimmt, einen geschlossenen Überblick



über die kausale Pflanzenmorphologie. Das Werk ist aber auch eine höchst willkommene Darstellung für den auf angewandtem Gebiete tätigen Botaniker. Ihm wird eine Übersicht gegeben, die auch in umfassenderen Lehrbüchern durch die strenge Aufgliederung in Morphologie und Physiologie für den Leser nicht ohne weiteres offenliegt.

Wenn das Buch auch nur ein Grundgerüst bietet, mehr ist trotz des Umfangs des Werkes nicht möglich, so kann der Leser an Hand der Literatur tiefer in einzelne Fragen eindringen. Die Bibliographie enthält alle wichtigsten Arbeiten bis zum Jahre 1958. Auch kommt hier keineswegs, wie sonst oft in amerikanischen Werken, die europäische Literatur zu kurz. So machen die deutschsprachigen Arbeiten fast die Hälfte des Literaturverzeichnisses aus.

J. Ullrich, Braunschweig



## Mitteilungen

### Dr. Fritz Merck-Preis

Anläßlich des 70. Geburtstages von Herrn Dr. Fritz Merck, Ehrensator der Justus Liebig-Universität in Gießen, hat der Vorstand der E. Merck AG, Darmstadt, den „Dr. Fritz Merck-Preis“ ins Leben gerufen.

Der Preis wird für besondere wissenschaftliche Leistungen verliehen, welche die Aufklärung oder die Beseitigung von Störungen in der Biosphäre zum Gegenstand haben. Hierunter fallen Arbeiten aus den einschlägigen naturwissenschaftlichen Disziplinen, insbesondere aus dem Gebiet des Pflanzenschutzes.

Zweck der Stiftung ist es, die Arbeit aufstrebender, vor allem jüngerer Fachwissenschaftler deutscher Staatsangehörigkeit oder mit Wohnsitz in Deutschland anzuerkennen und zu fördern. Angestellten von Industrie- und Handelsfirmen wird der Preis nicht verliehen.

Die Stiftung ist mit jährlich 10 000,— DM ausgestattet. Über die Zuerkennung des Preises, der im ganzen oder geteilt vergeben werden kann, entscheidet das Kuratorium. Preisträger können Einzelpersonen wie auch Arbeitsgemeinschaften sein.

Bewerber werden entweder von den Mitgliedern des Kuratoriums oder durch Empfehlung eines anerkannten Fachvertreters benannt. Sie können auch selbst Antrag auf Zuerkennung des Preises stellen. Im letzteren Falle muß die wissenschaftliche Arbeit unter Beifügung des Gutachtens eines anerkannten Fachvertreters vorgelegt werden.

Bewerbungen sind ausschließlich an das Sekretariat des Dr. Fritz Merck-Preises, z. H. von Dr. H. Laber, Darmstadt, Frankfurter Straße 250, Fernruf 80 21, Apparat 212, zu richten.

Anträge, die bis zum 1. Mai eines jeden Kalenderjahres dem Kuratorium im ordentlichen Geschäftsweg zugehen, werden bis spätestens 1. November des gleichen Jahres geprüft und endgültig entschieden.

Die Preisträger werden alljährlich anläßlich der Feier der Justus Liebig-Universität Gießen öffentlich bekanntgegeben.

---

Die in den Jahren 1958—1960 von Dr. Gertrud Ochs in in- und ausländischen Zeitschriften veröffentlichten Untersuchungen aus dem Gebiet der Rebovirose und anderer Reboerkrankungen wurden nicht im Botanischen Institut der Universität Freiburg durchgeführt. Die Veröffentlichungen unter der Angabe des vorhergenannten Institutes erfolgten ohne Wissen und Einverständnis der Institutsleitung.

Freiburg i. Br., den 12. 1. 1961 Prof. Dr. Dr. F. Oehlkers, Prof. Dr. R. Pohl

## Personalmeldungen

Unser Mitglied Professor Dr. Ullrich Berger-Landefeldt, Berlin-Steglitz, wurde zum persönlichen ordentlichen Professor an der Technischen Universität Berlin ernannt.

Unser Mitglied Dozent Dr. Peter Boeker, Bonn, nimmt für die Dauer von zwei Jahren in der Aegaiers-Universität in Izmir (Türkei) einen Lehrauftrag für Agronomie wahr.

Unserem Mitglied Professor Dr. phil. habil. Karl Boekholt, Eutin, wurde die Rechtsstellung eines an der Christian-Albrechts-Universität Kiel entpflichteten ordentlichen Professors zuerkannt.

Unser Mitglied Professor Dr. Eduard von Boguslawski, Gießen, wurde für das Amtsjahr 1961/62 zum Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Gießen gewählt. Sitzungsgemäß übernimmt unser Mitglied Professor Dr. Adolf Stählin, Gießen — der derzeitige Dekan —, das Amt des Prodekan.

Unser Mitglied Dr. Günther Buchloh, Bonn, hat sich an die Naturwissenschaftlich-Mathematische Fakultät der Universität Heidelberg umhabilitiert.

Unser Mitglied Professor Dr. W.H. Fuchs, Göttingen, ist zum Ordentlichen Mitgliede der Akademie der Naturforscher (Leopoldina) in Halle gewählt worden.

Unser Mitglied Dr. Werner M. Gottschalk, Bonn, wurde zum apl. Professor ernannt.

Unser Mitglied Professor Dr. Arnold Scheibe weilte im Januar zum fünften Male im Sudan, um als Mitglied des International Advisory Committee on Agricultural Research of the Sudan die Sudanesische Regierung in Khartoum in Fragen des agrarwirtschaftlichen Aufbaus des Landes einschließlich zugehöriger Forschungsfragen zu beraten.

Unser Mitglied Dr. Otto Siegel, Speyer, wurde auf der Jahreshauptversammlung des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten zum Ersten Vorsitzenden der „Fachgruppe Isotopenforschung in der Landwirtschaft“ wiedergewählt. Außerdem wurde er vom Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft in eine Euratom-Sachverständigengruppe für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Ernährungskette delegiert.

Unser Mitglied Dr. Johannes Ullrich, Braunschweig, wurde zum Regierungsrat ernannt.

## Aus der Mitgliederbewegung

### Todesfälle

Von unseren Mitgliedern haben wir durch den Tod verloren:

Prof. Dr. Gustav Bredemann, Hamburg, am 20. November 1960 im 81. Lebensjahr.

Dr. Peter Piekenbrock, Witzhausen, am 11. Dezember 1960.

Professor Dr. Gerhard Winter, Köln-Merheim, im Alter von 50 Jahren.

### Anschriftenänderungen

Frank, Dr. Hanns, Süddeutsche Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft — Bakteriologisches Institut —, (13b) Freising-Weihenstephan (Obb.).

Gleisberg, Christian-Friedrich, Diplomforstwirt, A.C.F. — Forests Office, Kagelu-Yei (Sudan).

Heinisch, Prof. Dr. Ottokar, Berlin-Grünau, Gründerstr. 28.

Valentin, Dr. Heinz, Diplompächter, Landesverband Gartenbau „Nordrhein“ e.V., (22c) Köln-Riehl, Im Botanischen Garten.

# Sachregister

(Hinweise auf Buchbesprechungen sind mit einem \* versehen)

- Abgasschäden 65
- Abwasserbiologie 214\*
- Abwasserwertung 61\*
- 3-Acetyl-6-methoxybenzaldehyd 207
- Ackerboden 122\*
- Ackerleguminosen 216\*
- Acker, Pflanzengesellschaften 217\*
- Adernnekrose 4
- Äpfelsäure 43
- Äthylamin in Äpfeln 106
- Äthylenschäden 78
- Agropyrum repens 195
- Agrostemma githago 196
- Alkaloidgehalt, Duwock 28
- Allelopathie 192
- Alyssum montanum 180
- Amine in Äpfeln 104
- Ammoniak in Äpfeln 105
- Ammoniakschäden 35, 77
- Amygdalin 201, 207
- Anthemis arvensis 192
- Apfel, Bodenmüdigkeit 202
- Apfel Früchte, Amingehalt 104
- Apfel Früchte, Stippigkeit 38
- Aphis fabae 3
- Artemisia absinthium 182
- Artemisia campestris 181
- Artemisia-Mikrofazies 181
- Aspergillus amstelodami 134
- Aspergillus niger 134
- Asphalt dampfschaden 36
- Athyrium filix femina 184
- Atmung, Gerstensamen 158
- Aucuba-Virus 9
- Auflaufschäden, Rotklee 46
- Augenstecklingsprobe 10
- Avena fatua 195
- Avena sativa 195
- A-Virus 5, 175
- Basudin 247
- Beeinflussung, gegenseitige, bei höheren Pflanzen 179, 192
- Beeinflussung, gegenseitige, bei Pilzen 145
- Beta-Ringspot-Virus 7
- bitter pit, Apfel Früchte 38
- Blattanalyse bei Rauchschäden 33
- Blattrollkrankheit 1
- Blütenanlagen, Quitte 110
- Blumenbau 56\*
- Bodenmüdigkeit 198
- Botany 213\*
- Brachypodium pinnatum 181
- Bronzefleckenvirus 9
- Bukett-Virus 7
- B-Virus 3
- Calciumgehalt, Apfel Früchte 43
- Camelina foetida 198
- Capsicum annuum 9
- Carbonsäuren, Apfel Früchte 43
- Centaurea cyanus 196
- Chaetomium globosum 134
- Chenopodium album 196
- Chlorbenzilat 247
- Chlordampfschäden 35, 77
- Chlorogensäure 203
- Citronensäure, Apfel Früchte 43
- Citrus, Bodenmüdigkeit 202
- CLV (Virus) 6
- CO<sub>2</sub>-Abgabe, Gerstensamen 158
- CO<sub>2</sub>-Assimilation 261\*
- Coleus blumei 246
- Convolvulus arvensis 9, 196
- Cross protection 3
- Cumarinwirkung auf Pflanzen 187
- p-Cumarsäure 207
- Cydonia oblonga 110
- Dactylis glomerata 182
- Datura metel 6
- Datura stramonium 2
- Dauergrünland, Pflanzengesellschaften 217\*
- DDT-Emulsion 247
- Demeton-o-methyl 247
- Deschampsia flexuosa 184
- Diäthyl-octyl-Zinnacetat 149
- Diazinon 247
- Dichapetalum cymosum 36
- Dipterex 247
- Doralis frangulae 3
- Doralis rhamni 3
- Duwock 28
- E 605 f 247
- Eckelrader ziekte 168
- Eiweißstickstoff, Apfel Früchte 39
- Encelia farinosa 207



- Entwicklungsgeschichte, Quitten-  
 blüten 110  
 Epidemiologie, Kartoffelviren 14  
 Epilobium montanum 184  
 Equisetum palustre 28  
 Ernährungswissenschaft 212\*  
 Erysimum crepidifolium 180  
 Eschensaatgut, Stratifizieren 221  
 Euphorbia cyparissias 180  
 E-Virus 6  
  
 Fadenkeime, Kartoffel 9  
 Fagus silvatica 184  
 Ferulasäure 207  
 Festuca ovina 181  
 Festuca pratensis 186  
 Festuca rubra 186  
 Flechten 260\*  
 Flugstaubschäden 79  
 Fluoreszenzmikroskopie 122\*  
 Fluorschäden 35, 73  
 Forstl. Kulturen, Allelopathie 206  
 Forstsaatgut, Stratifizieren 221  
 Forstwissenschaft 212\*  
 Fragaria vesca 184  
 Fraxinus excelsior, Stratifizieren 221  
 Frischwasserbiologie 214\*  
 Fruchtfolgerückstände, Klee 46  
 Fusarium sp. 46  
 F-Virus 9  
  
**G** 338 247  
 Galium saxatile 184  
 Garten, Pflanzengesellschaften 217\*  
 Gelbwergigkeit 9  
 Gemüsebau, Krankheiten, Schäd-  
 linge, Pflanzenschutz 213\*, 263\*  
 Gerste und Unkräuter 195  
 Gerstensamen, Keimung 158  
 Gesarol 247  
 Giftblaad 36  
 Gomphrena globosa 2  
 Grünlandleguminosen 216\*  
 G-Virus 9  
  
 Hafer und Unkräuter 195  
 Haldenaufforstung 81  
 Heterotrophie 59\*  
 Hexenbesenvirus 9  
 Hexylamin in Äpfeln 105  
 Hordeum sativum 158  
 Hordeum vulgare 195  
 Hyolestes obsoletus 9  
 Hyperin 203  
 Hypnum cupressiforme 184  
  
 Igel-Lange-Test 11  
 Immissionen 60\*  
 Insektizidaufnahme 246  
 iso-Amylamin in Äpfeln 105  
 Isolan 247  
 Isotope 215\*  
  
 Juglans nigra 207  
 Juglon 207  
  
**K**affeesäure 203  
 Kakao, swollen shoot 171  
 Kartoffel, Abbau 13, 175  
 Kartoffel, Mosaik 175  
 Kartoffel u. Unkräuter 195  
 Kartoffel, Virose 1, 175  
 Keimung, Esche 221  
 Keimung, Gerste 158  
 Keimung, Rotklee 52  
 Keimung u. Cumarin 188  
 Kohlenflugascheschäden 79  
 Kräuselkrankheit, Tabak 8  
 Krankheiten, Gemüsebau 263\*  
 Krankheiten, Zierpflanzen 123\*  
 Kringerigheit 8  
 Kulturpflanzen 58\*  
 Kulturpflanzen, gegenseitige Beein-  
 flussung und Unkräuter 192  
 Kupfer-8-oxychinolin 152  
 K-Virus 6  
  
 Lamium purpureum 195  
 Landbauwissenschaft 212\*  
 Landwirtsch. Kulturen, Allelopathie  
 192  
 leaf-rolling-mosaic 6  
 Leguminosen 216\*  
 Lein, Selbstunverträglichkeit 199  
 Lindan 247  
 Lolium multiflorum 46, 187  
 Lolium perenne 185, 186  
 Luftanalyse 60\*  
 Luzerne-Mosaikvirus 9  
 Luzula luzuloides 184  
  
**M**alathion 247  
 Malus domestica 44  
 Matricaria maritima 192  
 Melampyrum pratense 184  
 Melilotus albus 187  
 Mentha arvensis 196  
 Mercurialis annua 195  
 Metastolbur 9

- Metasystox 247  
 Mikrofazies 180  
 Moosflora 121\*  
 Morphogenese 265\*  
 Morphogenese, Quittenblüten 110  
 mottle 3  
 M-Virus 6  
 Mycelwachstum, Schimmelpilze 138  
 Myosotis micrantha 180  
 Myzus persicae 1  
  
 Nelken-Latentvirus 6  
 Nicotiana glutinosa 5  
 Nicotiana rustica 3  
 Nicotiana tabacum 2, 182  
  
 Obstbau, Pflanzenschutz 213\*  
 Organische Säuren, Äpfel 43  
 Ornamental plants 123\*  
 Oxalis acetosella 184  
 p-Oxybenzoesäure 203, 207  
 p-Oxyhydrozimtsäure 203  
  
 Paecilomyces varioti 134  
 Papaver rhoeas 195  
 paracrinkle-Virus 6  
 Parastolbur 9  
 Parathion 247  
 Parthenium argentatum 200  
 Pathol. Physiologie viruskranker  
   Kartoffeln 12  
 peach yellow 166  
 Penicillium brevi-compactum 134  
 Penicillium cyclopium 134  
 Pentachlorphenol 150  
 Pfeffinger Krankheit 167  
 Pfirsich, Bodenmüdigkeit 201  
 Pfirsich, Vergilbung 166  
 Pfirsich, Zwergwüchsigkeit 167  
 Pfirsichlaus 1  
 Pflanzenanalyse 60\*  
 Pflanzenbau 61\*, 262\*  
 Pflanzengesellschaften 179, 217\*  
 Pflanzenkrankheiten 123\*, 124\*,  
   125\*, 263\*  
 Pflanzenphotographie 217\*  
 Pflanzenphysiologie 59\*, 261\*  
 Pflanzenschutz 213\*  
 Pflaumen, Sharka-Krankheit 168  
 Pfpfenbildung-Virus 8  
 Phenkapton 247  
 Phloemnekrose, Kartoffel 1  
 Phloretin 203  
  
 Phlorizin 202  
 Phloroglucin 203  
 phony peach 167  
 Photographie 217\*  
 Physalis floridana 10  
 Picea abies 184  
 Pinus silvestris 184  
 Pirus malus 207  
 Plant morphogenesis 265\*  
 Plant pathology 124\*, 125\*, 263\*  
 Pleurozium schreberi 184  
 plum pox 168  
 Poa trivialis-Fazies 182  
 Pockenkrankheit, Pflaumen 168  
 Polygonum lapathifolium 196  
 Polygonum persicaria 196, 198  
 potato stunt 9  
 Potentilla arenaria 181  
 Präunität 3  
 Protophytenkunde 127\*  
 Prunus persica 207  
 Prunus serotina 15  
 Pseudoaucuba-Virus 7  
  
 Quecksilberdampfschäden 77  
 Quercetin 203  
 Quercitrin 203  
 Quercus petraea 184  
 Quercus robur 184  
 Quitte, Blütenentwicklung 110  
  
 Radioaktive Verseuchung 81  
 Ratel-Virus 8  
 rattle-Virus 8  
 Rauchsäden 65  
 Rauchsäden, Blattanalyse 33  
 Reifestoffwechsel, Äpfel 104  
 Resistenz, Kartoffelvirosen 16  
 Rhamnus frangula 184  
 Ringnecrosis-Virus 8  
 ringspot 3  
 Röntgenographie, Äpfel 40  
 Röntgenstrahlen auf Samen 158  
 Roggen und Unkräuter 192  
 Rosettenkrankheit, Kirsche 168  
 Rostpilze 121\*  
 Rotkleewurzeln, Wirkung auf Klee  
   u. a. 46  
 Rübenmosaik 172  
 Rübenvergilbung 172  
 Rubus idaeus 184  
 Ruß fungi 121\*



- Salicylanilid 151  
 Salzsäureschäden 35  
 Samenprüfung 61\*, 262\*  
 Samsun-Tabak 3  
 Sauerkirsche, Stecklenberger Krankheit 168  
 Schädlinge, Gemüsebau 263\*  
 Schimmelpilze 133  
 Schwefelgehalt, Blätter 34  
 Schwefelwasserstoffschäden 77  
 Scopoletin 207  
 Secale cereale 195  
 Sedum album 180  
 Selbstunverträglichkeit 198  
 Selbstverträglichkeit, Rotklee 46  
 Senecio vulgaris 195  
 Serologischer Virustest 11  
 Sharka-Krankheit 168  
 Sinapis arvensis 195, 197  
 Smalle Blade hos Kirsebaer 168  
 Smog-Schäden 36, 78  
 SO<sub>2</sub>-Schäden 33, 72  
 Solanum acaule 18  
 Solanum andigena 18  
 Solanum chacoense 19  
 Solanum demissum 6  
 Solanum dulcamara 2  
 Solanum lycopersicum 2  
 Solanum racemigerum 5  
 Solanum stoloniferum 19  
 Solanum tuberosum 1, 195  
 Sonchus asper 196  
 Sorbus aucuparia 184  
 Spektralanalyse, Äpfel 40  
 Spindeknollenkrankheit 9  
 Sporenkeimung, Schimmelpilze 144  
 spotted wilt 9  
 spraining-Virus 8  
 Stachybotrys atra 134  
 Staubschäden 65  
 Stecklenberger Krankheit 168  
 Stellaria media 195  
 stem mottle-Virus 8  
 Stengelbunt-Virus 8  
 Stickoxydschäden 77  
 Stickstoffgehalt, Äpfel 39  
 Stickstoffsäureschäden 35  
 Stippigkeit, Äpfel 38  
 Strahlenwirkung 127\*, 158  
 Stratifizieren 221  
 streak 2  
 Streifenkrankheit, Tabak 8  
 Strichel 2  
 strippelstreap-Virus 4  
 Süßkirsche, Pfeffinger Krankheit 167  
 Süßlupinen 212\*  
 S-Virus 5, 175  
 swollen shoot 171  
 Systematik, Angiopsermen 259\*  
 Tabak, ertsch-Viren 3  
 Tabak, Mauche 8  
 Tabak, ringspot-Virus 7  
 Tabak, Rippenbräune 4  
 Teerdampfschäden 36, 78  
 Teucrium chamaedrys 181  
 Therophyten 181  
 Thiodan 247  
 Tomaten 2  
 Topinambur 218\*  
 Tortella inclinata 181  
 Totspritzen, Kartoffeln 15  
 Trans-Zimtsäure 200  
 1,1,1-Trichlor-2,2-bis(p-chlorphenyl)-  
 äthan 247  
 Trichlorphon 247  
 Trifolium pratense 46  
 Trifolium repens 182, 185, 186  
 Triticum aestivum 195  
 Urtica urens 195  
 Vaccinium myrtillus 184  
 Vanillinsäure 207  
 Vegetationsgeographie 57\*  
 Veronica persicaria 195  
 Veronica verna 180  
 Virosen, wirtschaftl. Bedeutung 165  
 Viruskrankheiten, Kartoffel 1  
 Vorfrucht, Rotklee 46  
 Weidelgraswurzeln und Klee 46  
 Weinberg, Pflanzengesellsch. 217\*  
 Weizen und Unkräuter 195  
 Werkstoffe, Widerstandsfähigkeit  
 gegen Schimmel 133  
 White Burley-Tabak 3  
 X-Mosaik 2, 175  
 Yellow dwarf 9  
 Y-Virus 3, 175  
 Zementschäden 79  
 Zierpflanzenbau 56\*  
 Zierpflanzenkrankheiten 123\*  
 Zuckerrohrmosaik 171  
 Zuckerrübenvirosen 172  
 Zwetschen, Sharka-Krankheit 168